

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL**

**EVALUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LOS MÉTODOS DE  
CONSTRUCCIÓN PARA EL DESARROLLO DE LAS VIVIENDAS  
RURALES EN EL PROYECTO GUAYLLABAMBA-PINGUILLA  
ELABORADO POR: EL MINISTERIO DE DESARROLLO URBANO Y  
VIVIENDA (MIDUVI)**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL,  
MENCIÓN EN ESTRUCTURAS**

**JOHN JAVIER CHENG LAW**

**johncheng1@hotmail.com**

**CRISTIAN ANDRÉS OROZCO RON**

**Cor43@hotmail.es**

**DIRECTOR: ING. MSC. PATRICIO PLACENCIA**

**patohpla@hotmail.com**

**Quito, Marzo 2014**

## DECLARACIÓN

Nosotros, Cristian Andrés Orozco Ron y John Javier Cheng Law, declaramos que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**Cristian Andrés Orozco Ron**

---

**John Javier Cheng Law**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Cristian Andrés Orozco Ron y John Javier Cheng Law, bajo mi supervisión.

---

**ING. MSC. PATRICIO PLACENCIA**

**DIRECTOR DE PROYECTO**

## AGRADECIMIENTOS

A Dios creador y dador de todo.

Mi sincero y honesto agradecimiento a la Escuela Politécnica Nacional del Ecuador, por los conocimientos, experiencias y amigos que me otorgó durante mis estudios universitarios, también a los profesores.

Un agradecimiento especial al Ing. Msc Patricio Placencia, Director de Tesis de Grado, quien supo tener paciencia y sabiduría para guiarnos en el desarrollo de la misma.

Agradezco a todo el personal docente de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental por transferir sus conocimientos y sus enseñanzas de vida.

A las señoras Ligita que actualmente se encuentra ausente pero se le aprecia con todo el corazón, Cecilita y muy especialmente a doña Sonia por su gentileza, consejos y ayuda.

Agradezco a toda la gente que ha sabido ser compañero y a un mejor amigo dentro y fuera de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental.

Agradezco a toda mi familia por el apoyo incondicional y la confianza brindada todos estos años.

Un agradecimiento especial para las siguientes personas: John Cheng, Johanna Ponce, Héctor Clavijo, Diego Orozco, Nathalia Orozco y Alex Romero; por ser las personas que más apoyaron para que se haga realidad este sueño.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar agradezco a Dios por bendecirme y guiarme por el camino que me ha llevado hasta aquí, y por hacer realidad uno de mis sueños y metas.

A mis padres y mis hermanos que forman parte importante de mi vida y a los que no me alcanzan palabras para expresar mis agradecimientos y el aprecio que les tengo.

A mi compañero de tesis y gran amigo Cristian Orozco, con el que he tenido el privilegio de tener como compañero de tesis y con quien he vivido muchas experiencias, y a toda su familia por el apoyo y acogida que me brindaron.

Un agradecimiento especial al Ingeniero Patricio Placencia por su tiempo, consejos, guías y paciencia que nos ha brindado durante todo este tiempo. De igual manera agradecer a todos los ingenieros con los que he tenido el privilegio de aprender e hicieron posible alcanzar esta meta.

A la Universidad Escuela Politécnica Nacional por darme la oportunidad de formarme profesionalmente y ya que en sus aulas y a manos de los docentes se recibió conocimiento intelectual y humano, permitiendo que crezca como persona y profesional.

## **DEDICATORIA**

A mis queridos padres, Susana Ron y Gabriel Orozco, que han sido el fiel reflejo de honestidad, sacrificio y devoción que me han guiado en el duro camino de la vida para lograr esta meta, también formadores de un hogar ejemplar, dedico también a mis hermanos mayores Nathalia Orozco y Diego Orozco, que han sido mis segundos padres, enseñándome valores como la amistad, el respeto, el gusto por el trabajo y sobre todo el amor en la familia.

## DEDICATORIA

A Dios que ha estado a mí lado cuidándome, guiándome y dándome la fortaleza para continuar.

A mi padre, por su incondicional apoyo, tanto al inicio como al final de mi carrera; Por reprimir mis errores y celebrar mis victorias.

A mi madre, por todo el cariño que me ha brindado y por sus incansables cuidados; Por estar ahí en mis momentos difíciles y alegres.

A mis hermanos, porque con ellos aprendí a vivir y fueron mis primeros amigos con los que compartimos triunfos y fracasos.

A mi familia, a mis abuelos, a mis tíos y primos.

A todos mis amigos que me han brindado desinteresadamente su valiosa amistad.

## CONTENIDO

DECLARACIÓN .....	II
CERTIFICACIÓN .....	III
AGRADECIMIENTOS .....	IV
AGRADECIMIENTOS .....	V
DEDICATORIA.....	VI
DEDICATORIA.....	VII
INDICE DE CUADROS .....	IX
INDICE DE FIGURAS .....	X
RESUMEN .....	XVIII
ABSTRACT .....	XIX
PRESENTACIÓN .....	XIII
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 GENERALIDADES.....	1
1.2 ANTECEDENTES.....	1
1.3 OBJETIVOS.....	2
1.4 ALCANCE.....	3
1.5 DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS CONSTRUCTIVAS .....	4
1.5.1. MAMPOSTERÍA ENCHAPADA.....	4
1.5.2. FERROCEMENTO.....	5
1.5.3. SISTEMAS APORTICADOS (HORMIGON ARMADO).....	9
CAPÍTULO 2 DESCRIPCION Y ANALISIS DEL PROYECTO PINGUILLA- GUAYLLABAMBA.....	13
2.1 ANTECEDENTES.....	13
2.1.1 SITUACIÓN DEL SECTOR DE VIVIENDA EN PINGUILLA- GUAYLLABAMBA.....	13

2.1.2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....	14
2.1.3 POLÍTICAS HABITACIONALES.....	14
2.1.4 DESARROLLO DEL SECTOR CON RESPECTO A LA VIVIENDA.....	18
2.2 CICLO DE VIDA DEL PROYECTO.....	18
2.2.1 BONO DE LA VIVIENDA.....	19
2.2.2 REQUISITOS.....	19
2.2.3 BASES LEGALES.....	20
2.3 IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE VIVIENDA.....	20
2.3.1 ORIGEN DEL PROYECTO SOCIAL.....	21
2.3.2 LA VIVIENDA SOCIAL Y SUS CARACTERÍSTICAS .....	21
2.4 EVALUACIÓN Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA VIVIENDA DEL PROYECTO PINGUILLA-GUAYLLABAMBA .....	21
2.4.1 EVALUACIÓN DESARROLLADA COMO UN SISTEMA DE MAMPOSTERIA CONFINADA .....	22
2.4.2 EVALUACIÓN DESARROLLADO COMO UN SISTEMA APORTICADO.....	43
CAPÍTULO 3 MODELACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCIÓN .	57
3.1 PROPUESTAS ARQUITECTONICAS PARA LAS 3 ALTERNATIVAS .....	57
3.2 PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES USADOS PARA EL MODELO COMPUTACIONAL .....	61
3.2.1. PROPIEDADES ALTERNATIVA 1 SISTEMA DE PAREDES PORTANTES MAMPOSTERIA ENCHAPADA .....	61
3.2.2. PROPIEDADES ALTERNATIVA 2 SISTEMA DE PAREDES PORTANTES FERROCEMENTO.....	62
3.2.3. PROPIEDADES ALTERNATIVA 3 SISTEMA APORTICADO DE HORMIGÓN ARMADO .....	67
3.3 ANALISIS DE CARGAS PARA LAS 3 ALTERNATIVAS.....	70

3.3.1. CARGA VIVA.....	70
3.3.2. CARGA MUERTA.....	70
3.3.3. CARGA DE VIENTO.....	80
3.3.4. CARGA SÍSMICA .....	81
3.3.5. RESUMEN DE CARGAS.....	94
3.4 PREDISEÑO Y DISEÑO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LAS 3 ALTERNATIVAS .....	95
3.4.1. ALTERNATIVA 1 y 2 COMO SISTEMA DE MUROS PORTANTES ENCHAPADO Y FERROCEMENTO.....	95
3.4.2. ALTERNATIVA 3 SISTEMA APORTICADO .....	114
3.5 PROCESO DE MODELACIÓN EN EL SAP.....	132
3.5.1. ALTERNATIVA 1: MAMPOSTERÍA ENCHAPADA.....	132
3.5.2. ALTERNATIVA 2: FERROCEMENTO.....	144
3.5.3. ALTERNATIVA 3: SISTEMA A PORTICADO DE HORMIGÓN ARMADO .....	155
3.5.4. CALCULO DE LA CIMENTACIÓN PARA LAS 3 ALTERNATIVAS.....	165
CAPITULO 4 MÉTODOS CONSTRUCTIVOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	187
MÉTODOS CONSTRUCTIVOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS. ....	187
4.1 MÉTODO CONSTRUCTIVO PARA LA ALTERNATIVA 1 (SISTEMA ENCHAPADO, MUROS PORTANTES).....	187
4.1.1. HERRAMIENTAS UTILIZADAS.....	187
4.1.2. ETAPAS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO. ....	187
4.2 MÉTODO CONSTRUCTIVO PARA LA ALTERNATIVA 2 (SISTEMA DE FERROCEMENTO).....	194
4.2.1. HERRAMIENTAS UTILIZADAS.....	194
4.2.2. EQUIPOS.....	195

4.2.3. ETAPAS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO.....	195
4.3 MÉTODO CONSTRUCTIVO PARA LA ALTERNATIVA 3 (SISTEMA PORTICADO DE HORIZON ARMADO).....	202
4.3.1 HERRAMIENTAS UTILIZADAS.....	202
4.3.2 ETAPAS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO.....	202
CAPITULO 5 COSTO GENERAL, VOLUMENES DE OBRA Y PRECIOS UNITARIOS DE LAS 3 ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCIÓN.....	208
5.1 VOLUMEN DE OBRA PARA LA ALTERNATIVA DEL SISTEMA ENCHAPADO .....	209
5.2 COSTOS GENERAL DE LA PRIMERA ALTERNATIVA SISTEMA DE MURO PORTANTE MURO DE ENCHAPADO .....	212
5.3 VOLUMEN DE OBRA PARA LA ALTERNATIVA DEL SISTEMA FERROCEMENTO.....	213
5.4 COSTOS GENERAL DE LA SEGUNDA ALTERNATIVA SISTEMA DE MURO PORTANTE DE FERROCEMENTO .....	216
5.5 VOLUMEN DE OBRA PARA LA ALTERNATIVA DEL SISTEMA HORMIGÓN ARMADO .....	217
5.6 COSTOS GENERAL DE LA TERCERA ALTERNATIVA SISTEMA APORTICADO DE HORMIGON ARMADO.....	219
CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	221
6.1 CONCLUSIONES .....	221

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 2.1.	TENENCIA DE VIVIENDA.....	15
CUADRO 2.2.	ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	16
CUADRO 2.3.	ELIMINACIÓN DE ESCRETAS.....	17
CUADRO 2.4.	ELIMINACIÓN DE ESCRETAS.....	17
CUADRO 2.5.	SERVICIO ELÉCTRICO.....	18
CUADRO 2.6.	TIPO DE VIVIENDAS.....	18
CUADRO 2.7.	ORGANIZACIÓN DEL BONO DE LA VIVIENDA .....	19
CUADRO 2.8.	CARACTERÍSTICAS Y CLASIFICACIÓN DEL METODO CONSTRUCTIVO USADO POR EL MIDUVI.....	22
CUADRO 2.9.	ELEMENTOS DE MUROS EXISTENTES EN LA VIVIENDA..	23
CUADRO 2.10.	TABLA CARGAS VIVAS .....	24
CUADRO 2.11.	Resumen de carga muerta.....	25
CUADRO 2.12.	PARTICIPACIONES MODALES DE MASAS PARA EL SISTEMA DE MAMPOSTERIA CONFINADA EN LA VIVIENDA MIDUVI .....	26
CUADRO 2.13.	COMPARACIÓN DE ESPESORES MÍNIMOS EXPUESTOS POR LOS CODIGO ECUATORIANO Y COLOMBIANO .....	29
CUADRO 2.14.	COMPROBACIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE PAREDES .....	30
CUADRO 2.15.	COMPROBACIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE PAREDES .....	30
CUADRO 2.16.	COMPROBACIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE PAREDES .....	31
CUADRO 2.17.	COMPROBACIÓN DE SECCIÓN DE COLUMNAS DE CONFINAMIENTO .....	33
CUADRO 2.18.	COMPROBACIÓN DE REFUERZO DE LA SECCIÓN DE LA COLUMNA DE CONFINAMIENTO.....	34
CUADRO 2.19.	REACCIONES MÁXIMAS RESULTANTES DEL CÁLCULO ESTRUCTURAL.....	35
CUADRO 2.20.	TABLA DE VALORES CORRESPONDIENTES A LA CURVA DE INTERACCIÓN DEL MURO P8.....	36
CUADRO 2.21.	TABLA DE SOLICITACIONES Y CAPACIDADES .....	36

CUADRO 2.22. COMPROBACIÓN DE SECCIÓN DE VIGAS DE CONFINAMIENTO .....	37
CUADRO 2.23. COMPROBACIÓN DE REFUERZO DE LA SECCIÓN VIGA DE CONFINAMIENTO .....	39
CUADRO 2.24. COMPROBACIÓN DE CORTE DEL MURO EN LA DIRECCIÓN PARALELA A SU PLANO .....	40
CUADRO 2.25. COMPROBACIÓN DE CORTE DEL MURO EN LA DIRECCION PARALELA A SU PLANO .....	40
CUADRO 2.26. VERIFICACIÓN DE CORTE DE COLUMNA DE CONFINAMIENTO .....	41
CUADRO 2.27. VERIFICACIÓN DE CORTE DE LA VIGA DE CONFINAMIENTO .....	41
CUADRO 2.28. VERIFICACION DEL ACERO LONGITUDINAL DE LA VIGA DE CONFINAMIENTO .....	42
CUADRO 2.29. TABLA CARGAS VIVAS .....	45
CUADRO 2.30. RESUMEN DE CARGA MUERTA.....	45
CUADRO 2.31. TABLA DE PORCENTAJES DE PARTICIPACIÓN DE MASAS EN LA ESTRUCTURA DEL MIDUVI.....	46
CUADRO 2.32. TABLA DE CÁLCULO CORTE BASAL VIVIENDA MIDUVI ....	48
CUADRO 2.33. REACCIONES MÁXIMAS RESULTANTES DEL CÁLCULO ESTRUCTURAL.....	50
CUADRO 2.34. REACCIONES MÁXIMAS RESULTANTES DEL CÁLCULO ESTRUCTURAL.....	50
CUADRO 2.35. DESARROLLO DE CÁLCULOS PARA LA CURVA DE INTERACCIÓN.....	51
CUADRO 2.36. CAPACIDAD DE LA SECCIÓN DE 20X20.....	52
CUADRO 2.37. TABLA DE SOLICITACIONES Y CAPACIDADES .....	52
CUADRO 2.38. PROPIEDADES PARA LA COMPROBACIÓN A FLEXIÓN DE LA VIGA EXISTENTE.....	53
CUADRO 2.39. DIMENSIONES DE LA VIGA EXISTENTE Y CUANTÍA MÍNIMA.....	53
CUADRO 2.40. MOMENTOS DE LA VIGA DEL EJE 1 .....	54

CUADRO 2.41.	ACERO DE REFUERZO REQUERIDO.....	54
CUADRO 2.42.	ÁREA DE ACERO REAL.....	55
CUADRO 2.43.	CORTE DE LA VIGA DEL EJE 1.....	56
CUADRO 2.44.	TABLA DE REVISIÓN DE CORTE POR SECCIÓN.....	56
CUADRO 3.1.	TABLA CARGAS VIVAS .....	70
CUADRO 3.2.	CARACTERÍSTICAS DE UN METRO CUADRADO DE MAMPOSTERÍA ENCHAPADA.....	71
CUADRO 3.3.	PESO MAMPOSTERÍA BLOQUE 10X20X40.....	71
CUADRO 3.4.	PESOS DE MORTERO.....	72
CUADRO 3.5.	PESO MALLA Y GANCHOS PERTENECIENTES AL SISTEMA.....	72
CUADRO 3.6.	RESUMEN DE CARGAS USADAS PARA SISTEMA ENCHAPADO.....	73
CUADRO 3.7.	CARACTERÍSTICAS DE UN METRO CUADRADO DEL SIST. DE FERROCEMENTO .....	74
CUADRO 3.8.	PESO DE LAS MALLAS USADAS EN EL SISTEMA DE FERROCEMENTO .....	74
CUADRO 3.9.	PESO DEL MORTERO SISTEMA DE FERROCEMENTO.....	75
CUADRO 3.10.	PESO DE PERFILES PARA MARCOS USADOS EN EL SISTEMA DE FERROCEMENTO .....	75
CUADRO 3.11.	RESUMEN DE CARGAS USADAS PARA SISTEMA ENCHAPADO.....	76
CUADRO 3.12.	PESO DE LA MAMPOSTERÍA DE BLOQUE 10X20X40 .....	76
CUADRO 3.13.	PESO DE LA MAMPOSTERÍA DE BLOQUE 10X20X40 .....	77
CUADRO 3.14.	PESO DE LAS COLUMNAS TIPO 1, 2 .....	77
CUADRO 3.15.	PESO DE LAS VIGAS TIPO 1, 2.....	78
CUADRO 3.16.	RESUMEN DE CARGAS USADAS PARA SISTEMA DE HORMIGÓN ARMADO.....	78
CUADRO 3.17.	PESO ETERNIT .....	79
CUADRO 3.18.	PESO ETERNIT .....	79

CUADRO 3.19. COEFICIENTE DE CORRECCIÓN SEGÚN EL TIPO DE CONSTRUCCIÓN .....	80
CUADRO 3.20. COEFICIENTE DE CORRECCIÓN SEGÚN EL TIPO DE VIENTO .....	80
CUADRO 3.21. TABLA DE CARGA DE VIENTO .....	81
CUADRO 3.22. TABLA DE VALORES DEL FACTOR Z EN FUNCIÓN DE LA ZONA SÍSMICA ADOPTADA .....	82
CUADRO 3.23. TABLA DE TIPO DE USO FACTOR "R".....	83
CUADRO 3.24. TABLA. VALORES DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN DE RESPUESTA ESTRUCTURAL R.....	84
CUADRO 3.25. TABLA DE PORCENTAJES DE PARTICIPACIÓN DE MASAS EN LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA ENCHAPADO	85
CUADRO 3.26. TABLA DE CÁLCULO CORTE BASAL SISTEMA ENCHAPADO.....	87
CUADRO 3.27. TABLA DE PARTICIPACIÓN DE MASAS EN LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE FERROCEMENTO .....	88
CUADRO 3.28. Tabla De Cálculo Corte Basal Sistema De Ferrocemento.....	90
CUADRO 3.29. TABLA DE PARTICIPACIÓN DE MASAS EN LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA APORTICADO.....	92
CUADRO 3.30. TABLA DE CÁLCULO CORTE BASAL SISTEMA DE APORTICADO.....	93
CUADRO 3.31. TABLA DE RESUMEN DE TODOS LOS TIPOS DE CARGAS	94
CUADRO 3.32. Relación de aspecto de los muros.....	98
CUADRO 3.33. TABLA DE ESFUERZOS MÁXIMOS DEL MURO ANALIZADO .....	99
CUADRO 3.34. TABLA DE ESFUERZOS MÍNIMOS DEL MURO ANALIZADO	99
CUADRO 3.35. DATOS PARA FLEXO COMPRESIÓN DEL SISTEMA ENCHAPADO.....	100
CUADRO 3.36. ANÁLISIS DE FLEXO COMPRESIÓN PARA EL SISTEMA ENCHAPADO.....	100
CUADRO 3.37. DATOS PARA FLEXO COMPRESIÓN DEL SISTEMA FERROCEMENTO.....	101

CUADRO 3.38. ANÁLISIS DE FLEJO COMPRESIÓN PARA EL SISTEMA FERROCEMENTO.....	102
CUADRO 3.39. SOLICITACIONES PARA EL SISTEMA ENCHAPADO .....	105
CUADRO 3.40. TABLA DE CORTES VU, VN SISTEMA ENCHAPADO .....	106
CUADRO 3.41. REFUERZO VERTICAL PARA EL SISTEMA ENCHAPADO	106
CUADRO 3.42. REFUERZO HORIZONTAL PARA EL SISTEMA ENCHAPADO.....	106
CUADRO 3.43. SOLICITACIONES DEL SISTEMA FERROCEMENTO, SAP 2000. ....	108
CUADRO 3.44. COMPROBACIÓN DEL CORTE EN LA DIRECCIÓN TRANSVERSAL.....	108
CUADRO 3.45. VALORES MÍNIMOS DE ESFUERZOS DE FLUENCIA Y MODULO EFECTIVO DE LAS MALLAS DE REFUERZO RECOMENDADAS PARA EL DISEÑO.....	109
CUADRO 3.46. VALORES DE DISEÑO RECOMENDADOS DEL FACTOR GLOBAL DE EFICIENCIA.....	111
CUADRO 3.47. ACERO MÍNIMO DE REFUERZO.....	111
CUADRO 3.48. CALCULO DE LA FRACCIÓN DE VOLUMEN DE REFUERZO.....	112
CUADRO 3.49. CALCULO DEL ÁREA DE ACERO EFECTIVO.....	112
CUADRO 3.50. DISTANCIAS DE LAS CAPAS DE REFUERZO.....	112
CUADRO 3.51. CÁLCULO DEL VALOR C.....	113
CUADRO 3.52. CHEQUEO A FLEXIÓN DEL FERROCEMENTO .....	113
CUADRO 3.53. TABLA DE ESFUERZOS DE LAS COLUMNAS .....	114
CUADRO 3.54. TABLA DE COMBINACIONES.....	114
CUADRO 3.55. TABLA DE DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS DE COLUMNA Y VIGA.....	115
CUADRO 3.54. TABLA DE DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS DE COLUMNA Y VIGA.....	116
CUADRO 3.55. TABLA DE CÁLCULO PARA EL REFUERZO LONGITUDINAL.....	116

CUADRO 3.56.	TABLA DE CÁLCULO PARA EL REFUERZO TRANSVERSAL .....	119
CUADRO 3.57.	TABLA DE CÁLCULO PARA EL REFUERZO TRANSVERSAL .....	120
CUADRO 3.58.	PROPIEDADES PARA EL DISEÑO A FLEXIÓN DE LA VIGA	121
CUADRO 3.59.	Dimensiones de la viga .....	121
CUADRO 3.60.	CUANTÍA BALANCEADA.....	122
CUADRO 3.61.	CUANTÍA MÁXIMA.....	122
CUADRO 3.62.	CUANTÍA MÍNIMA.....	122
CUADRO 3.63.	MOMENTOS DE LA VIGA DEL EJE 1 .....	124
CUADRO 3.64.	ÁREA DE ACERO REQUERIDA.....	124
CUADRO 3.65.	ÁREA DE ACERO REAL.....	125
CUADRO 3.66.	PROPIEDAD DE LA VIGA.....	126
CUADRO 3.67.	CORTE EN VIGA .....	127
CUADRO 3.68.	TABLA DE REVISIÓN DE CORTE POR SECCIÓN.....	127
CUADRO 3.69.	ESPACIAMIENTO MÍNIMO DE REFUERZO A CORTE .....	128
CUADRO 3.70.	RESUMEN DE VIGAS Y COLUMNAS .....	129
CUADRO 3.71.	RESISTENCIA AL CORTANTE DEL NUDO .....	130
CUADRO 3.72.	CONFINAMIENTO DEL NUDO .....	130
CUADRO 3.73.	COLUMNA FUERTE VIGA DÉBIL .....	131
CUADRO 3.74.	TABLA DE RESUMEN DE TODOS DERIVA EN LOS PUNTOS MÁS DESFAVORABLES EN EL SENTIDO X.....	143
CUADRO 3.75.	TABLA DE RESUMEN DE TODOS DERIVA EN LOS PUNTOS MÁS DESFAVORABLES EN EL SENTIDO Y.....	144
CUADRO 3.76.	TABLA DE RESUMEN DE TODOS DERIVA EN LOS PUNTOS MAS DESFAVORABLES EN EL SENTIDO X.....	154
CUADRO 3.77.	TABLA DE RESUMEN DE TODOS DERIVA EN LOS PUNTOS MAS DESFAVORABLES EN EL SENTIDO Y.....	155
CUADRO 3.78.	TABLA DE RESUMEN DE TODOS DERIVA EN LOS PUNTOS MÁS DESFAVORABLES EN EL SENTIDO X.....	164
CUADRO 3.79.	TABLA DE RESUMEN DE TODOS DERIVA EN LOS PUNTOS MÁS DESFAVORABLES EN EL SENTIDO Y.....	164

CUADRO 3.80. DIMENSIONES VIGA VIRTUAL.....	166
CUADRO 3.81. DIMENSIONES VIGA VIRTUAL.....	166
CUADRO 3.82. CUANTÍA Y ACERO MÍNIMO SEGÚN EL ACI 7.12 .....	166
CUADRO 3.83. REFUERZO REQUERIDO DE ACUERDO A LAS SOLICITACIONES .....	167
CUADRO 3.84. COMPROBACIÓN DEL REFUERZO .....	167
CUADRO 3.85. TABLA DE PARÁMETROS UTILIZADOS EN EL DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EL SISTEMA DE ENCHAPADO.....	167
CUADRO 3.86. TABLA DE PARÁMETROS UTILIZADOS EN EL DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EL SISTEMA DE ENCHAPADO.....	172
CUADRO 3.87. TABLA DE REACCIONES DE MUROS EN CIMENTACIÓN DEL SISTEMA DE FERROCEMENTO .....	176
CUADRO 3.88. TABLA DE PARÁMETROS UTILIZADOS EN EL DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EL SISTEMA APORTICADO H.S.....	180
CUADRO 3.89. CUADRO DE DIMENSIONES DE LA ZAPATA.....	180
CUADRO 3.90. COMPROBACIÓN AL PUNZONAMIENTO O CORTE BIDIRECCIONAL.....	181
CUADRO 3.91. COMPROBACIÓN AL CORTE UNIDIRECCIONAL .....	181
CUADRO 3.92. COMPROBACIÓN A LA FLEXIÓN.....	181
CUADRO 5.1. TABLA DE VOLÚMENES DE OBRA PARA LA ALTERNATIVA DEL SISTEMA DE ENCHAPADO.....	209
CUADRO 5.1 CONTINUACIÓN .....	210
CUADRO 5.1 CONTINUACIÓN .....	211
CUADRO 5.2. TABLA DE COSTO GENERAL DEL SISTEMA DE ENCHAPADO.....	212
CUADRO 5.3. TABLA DE VOLÚMENES DE OBRA PARA LA ALTERNATIVA DEL SISTEMA DE FERROCEMENTO .....	213
CUADRO 5.3 CONTINUACIÓN .....	214
CUADRO 5.3 CONTINUACIÓN .....	215
CUADRO 5.4. TABLA DE COSTO GENERAL DEL SISTEMA DE FERROCEMENTO .....	216

CUADRO 5.5. TABLA DE VOLÚMENES DE OBRA PARA LA ALTERNATIVA DEL SISTEMA DE HORMIGÓN ARMADO..	217
CUADRO 5.5 CONTINUACIÓN .....	218
CUADRO 5.6. TABLA DE COSTO GENERAL DEL SISTEMA DE HORMIGÓN ARMADO.....	219
CUADRO 5.7. TABLA DE COMPARACIÓN DE COSTOS CON LAS ALTERNATIVAS.....	220

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1.	PLANO ARQUITECTÓNICO I DE LA VIVIENDA MIDUVI.....	23
FIGURA 2.2.	PLANO ARQUITECTÓNICO II DE LA VIVIENDA MIDUVI.....	23
FIGURA 2.3.	MOVIMIENTO DINÁMICO DEL PRIMER MODAL PARA EL SISTEMA DE MAMPOSTERIA CONFINADA .....	26
FIGURA 2.4.	MOVIMIENTO DINÁMICO DEL PRIMER MODAL PARA EL SISTEMA DE MAMPOSTERIA CONFINADA .....	27
FIGURA 2.5.	MOVIMIENTO DINÁMICO DEL PRIMER MODAL PARA EL SISTEMA DE MAMPOSTERIA CONFINADA .....	27
FIGURA 2.6.	TABLA DE CÁLCULO CORTE BASAL SISTEMA DE FERROCEMENTO .....	28
FIGURA 2.7.	ESPEORES MÍNIMOS NOMINALES PARA MUROS CONFINADOS EN CASAS DE UNO Y DOS PISOS.....	29
FIGURA 2.8.	COEFICIENTE $M_0$ PARA LONGITUD MINIMA DE MUROS ESTRUCTURALES .....	30
FIGURA 2.9.	COLUMNA TIPO, VIVIENDA MIDUVI .....	32
FIGURA 2.10.	COLUMNA TIPO, VIVIENDA MIDUVI .....	32
FIGURA 2.11.	CURVA DE INTERACCIÓN PARA EL P-8.....	35
FIGURA 2.12.	DETALLE VIGA COLUMNA .....	37
FIGURA 2.13.	PLANO ARQUITECTÓNICO DE LA VIVIENDA MIDUVI .....	43
FIGURA 2.14.	PLANO ELEVACIÓN FRONTAL DE LA VIVIENDA MIDUVI...	43
FIGURA 2.15.	PLANO ELEVACIÓN FRONTAL DE LA VIVIENDA MIDUVI...	44
FIGURA 2.16.	COMPORTAMIENTO MODAL 1, VIVIENDA MIDUVI .....	47
FIGURA 2.17.	COMPORTAMIENTO MODAL 2, VIVIENDA MIDUVI .....	47
FIGURA 2.18.	COMPORTAMIENTO MODAL 3, VIVIENDA MIDUVI .....	48
FIGURA 2.19.	COLUMNA TIPO, VIVIENDA MIDUVI.....	49
FIGURA 2.20.	REQUISITOS MÍNIMOS EN FUNCIÓN DEL NÚMERO DE PISOS DE LA VIVIENDA CON PÓRTICOS DE HORMIGÓN Y LOSAS .....	50
FIGURA 2.21.	CURVA DE INTERACCIÓN EN LA PARTE SUPERIOR DE LA COLUMNA CENTRAL.....	51

FIGURA 2.22.	CURVA DE INTERACCIÓN EN LA PARTE INFERIOR DE LA COLUMNA CENTRAL.....	52
FIGURA 2.23.	DETALLE VIGA COLUMNA .....	53
FIGURA 2.24.	DIAGRAMA DE MOMENTOS DE LA COMBINACIÓN 1 EN EL EJE 1.....	53
FIGURA 3.1.	ALTERNATIVA 1 SISTEMA DE MUROS PORTANTES CON MAMPOSTERIA ENCHAPADA.....	57
FIGURA 3.2.	ALTERNATIVA 2 SISTEMA DE MUROS PORTANTES CON FERROCEMENTO.....	58
FIGURA 3.3.	ALTERNATIVA 3 SISTEMAS APORTICADOS CON HORMIGÓN ARMADO.....	58
FIGURA 3.4.	FACHADA FRONTAL.....	59
FIGURA 3.5.	FACHADA POSTERIOR .....	59
FIGURA 3.6.	FACHADA LATERAL DERECHA.....	60
FIGURA 3.7.	FACHADA LATERAL IZQUIERDA.....	60
FIGURA 3.8.	CURVA ESFUERZO DEFORMACIÓN UNITARIA DE UN MURETE DE MAMPOSTERÍA.....	62
FIGURA 3.9.	CURVAS ESFUERZO – DEFORMACIÓN UNITARIA A COMPRESIÓN DEL FERROCEMENTO Y DEL MORTERO..	64
FIGURA 3.10.	CURVAS ESFUERZO – DEFORMACIÓN UNITARIA A COMPRESIÓN DEL FERROCEMENTO Y DEL MORTERO..	66
FIGURA 3.11.	DIAGRAMA TENSIÓN – DEFORMACIÓN UNITARIA.....	66
FIGURA 3.12.	LIMITE DE ELASTICIDAD DEL ACERO.....	68
FIGURA 3.13.	LIMITE DE ELASTICIDAD DEL ACERO.....	69
FIGURA 3.14.	LIMITE DE ELASTICIDAD DEL ACERO.....	69
FIGURA 3.15.	BLOQUE UNITARIO DEL SISTEMA ENCHAPADO .....	71
FIGURA 3.16.	BLOQUE UNITARIO DE LA MALLA HEXAGONAL .....	73
FIGURA 3.17.	BLOQUE UNITARIO DE LA MALLA DE REFUERZO.....	73
FIGURA 3.18.	BLOQUE UNITARIO DE LA MORTERO CEMENTO.....	74
FIGURA 3.19.	ZONAS SÍSMICAS PARA PROPÓSITOS DE DISEÑO.....	82
FIGURA 3.20.	COMPORTAMIENTO MODAL 1, SISTEMA ENCHAPADO.....	86

FIGURA 3.21.	COMPORTAMIENTO MODAL 2, SISTEMA ENCHAPADO ....	86
FIGURA 3.22.	COMPORTAMIENTO MODAL 3, SISTEMA ENCHAPADO ....	86
FIGURA 3.23.	COMPORTAMIENTO MODAL 1, SISTEMA FERROCEMENTO	89
FIGURA 3.24.	COMPORTAMIENTO MODAL 2, SISTEMA FERROCEMENTO	89
FIGURA 3.25.	COMPORTAMIENTO MODAL 3, SISTEMA FERROCEMENTO	90
FIGURA 3.26.	COMPORTAMIENTO MODAL 1, SISTEMA APORTICADO H.S .....	92
FIGURA 3.27.	COMPORTAMIENTO MODAL 2, SISTEMA APORTICADO H.S .....	92
FIGURA 3.28.	COMPORTAMIENTO MODAL 3, SISTEMA APORTICADO H.S	93
FIGURA 3.29.	MODOS DE FALLA EN MUROS DE ALTA RELACIÓN DE ASPECTO .....	96
FIGURA 3.30.	MODOS DE FALLA EN MUROS DE BAJA RELACIÓN DE ASPECTO .....	96
FIGURA 3.31.	RESTRICCIÓN A LA DEFORMACIÓN LATERAL .....	98
FIGURA 3.32.	CURVA DE INTERACCIÓN P-M DEL SISTEMA ENCHAPADO. 101	
FIGURA 3.33.	CURVA DE INTERACCIÓN P-M DEL SISTEMA FERROCEMENTO.....	103
FIGURA 3.34.	DETALLE DE LA MUESTRA DE ENSAYADA. ....	107
FIGURA 3.35.	DISTRIBUCIÓN DE FUERZAS Y ESFUERZOS EN UNA SECCIÓN DE FERROCEMENTO.....	109
FIGURA 3.36.	SECCIÓN SOMETIDA A LA INTERACCIÓN .....	117
FIGURA 3.37.	CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES DE LA SECCIÓN Y DEL MATERIAL.....	117
FIGURA 3.38.	DIAGRAMA DE INTERACCIÓN DE LA PARTE SUPERIOR DE LA COLUMNA .....	118
FIGURA 3.39.	DIAGRAMA DE INTERACCIÓN DE LA PARTE INFERIOR DE LA COLUMNA .....	118
FIGURA 3.40.	DIAGRAMA DE MOMENTOS EN EL EJE 2.....	123
FIGURA 3.41.	VIGA TIPO.....	128
FIGURA 3.42.	SECCIÓN VIGA TIPO .....	128

FIGURA 3.43.	CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL “SAP 2000” .....	132
FIGURA 3.44.	CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL “SAP 2000” .....	133
FIGURA 3.45.	CONFIGURACIÓN SECCIÓN SHELL “SAP 2000” .....	134
FIGURA 3.46.	CONFIGURACIÓN SECCIÓN EUCALIPTO “SAP 2000” .....	134
FIGURA 3.47.	FACHADA FRONTAL MODELO ESTRUCTURAL “SAP 2000” .....	135
FIGURA 3.48.	FACHADA POSTERIOR MODELO ESTRUCTURAL “SAP 2000” .....	135
FIGURA 3.49.	FACHADA POSTERIOR MODELO ESTRUCTURAL “SAP 2000” .....	136
FIGURA 3.50.	FACHADA LATERAL DERECHA MODELO ESTRUCTURAL “SAP 2000” .....	136
FIGURA 3.51.	MODELO GEOMÉTRICO COMPLETO “SAP 2000” .....	136
FIGURA 3.52.	DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA MUERTA SIST. ENCHAPADO “SAP 2000” .....	137
FIGURA 3.53.	DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA VIVA SIST. ENCHAPADO “SAP 2000” .....	138
FIGURA 3.54.	DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA MUERTA SIST. ENCHAPADO “SAP 2000” .....	138
FIGURA 3.55.	DISPOSICIÓN DE LA CARGA SÍSMICA EN LA DIRECCIÓN X SISTEMA DE ENCHAPADO “SAP 2000” .....	139
FIGURA 3.56.	DISPOSICIÓN DE LA CARGA SÍSMICA EN LA DIRECCIÓN Y, SISTMA DE ENCHAPADO “SAP 2000” .....	139
FIGURA 3.57.	RESULTADO DE ESFUERZOS POR LA ACCIÓN DE LA CARGA SÍSMICA EN LA DIRECCIÓN X “SAP 2000” .....	140
FIGURA 3.58.	RESULTADO DE ESFUERZOS POR LA ACCIÓN DE LA CARGA SÍSMICA EN LA DIRECCIÓN X; VISTA FRONTAL “SAP 2000” .....	141
FIGURA 3.59.	REFUERZOS DE VENTANAS POR LA CONCENTRACIÓN DE ESFUERZOS “SAP 2000” .....	141
FIGURA 3.60.	REFUERZOS EN CONCENTRACIÓN DE ESFUERZOS “SAP 2000” .....	142

FIGURA 3.61.	RESULTADO DE ESFUERZOS POR LA ACCIÓN DE LA CARGA SÍSMICA EN LA DIRECCIÓN Y “SAP 2000“ .....	142
FIGURA 3.62.	RESULTADO DE ESFUERZOS POR LA ACCIÓN DE LA CARGA SÍSMICA EN LA DIRECCIÓN X; VISTA FRONTAL “SAP 2000“ .....	143
FIGURA 3.63.	CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL “SAP 2000“.....	145
FIGURA 3.64.	CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL DE EUCALIPTO“SAP 2000“ .....	145
FIGURA 3.65.	CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN DE FERROCEMENTO “SAP 2000“ .....	146
FIGURA 3.66.	CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL DE EUCALIPTO“SAP 2000“ .....	146
FIGURA 3.67.	FACHADA FRONTAL MODELO ESTRUCTURAL “SAP 2000“	147
FIGURA 3.68.	FACHADA POSTERIOR MODELO ESTRUCTURAL “SAP 2000“ .....	147
FIGURA 3.69.	FACHADA POSTERIOR MODELO ESTRUCTURAL “SAP 2000“ .....	148
FIGURA 3.70.	FACHADA LATERAL DERECHA MODELO ESTRUCTURAL “SAP 2000“ .....	148
FIGURA 3.71.	MODELO GEOMÉTRICO COMPLETO “SAP 2000“ .....	148
FIGURA 3.72.	DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA MUERTA SIST. FERROCEMENTO “SAP 2000“.....	149
FIGURA 3.73.	DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA VIVA SIST. FERROCEMENTO “SAP 2000“.....	149
FIGURA 3.74.	DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA DE VIENTO SIST. FERROCEMENTO “SAP 2000“ .....	150
FIGURA 3.75.	DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA DE SISMO SIST. FERROCEMENTO “SAP 2000“ .....	150
FIGURA 3.76.	RESULTADO DE ESFUERZOS POR LA ACCIÓN DE LA CARGA SÍSMICA EN LA DIRECCIÓN X “SAP 2000“ .....	151

FIGURA 3.77.	RESULTADO DE ESFUERZOS POR LA ACCIÓN DE LA CARGA SÍSMICA EN LA DIRECCIÓN X; VISTA FRONTAL “SAP 2000” .....	151
FIGURA 3.78.	DETALLE PARA CONCENTRACIÓN DE ESFUERZOS EN PUERTAS Y VENTANAS MARCOS METÁLICOS, AUTOCAD 2013 .....	152
FIGURA 3.79.	DETALLE PARA CONCENTRACIÓN DE ESFUERZOS EN VENTANAS SE UTILIZA MARCOS METÁLICOS, AUTOCAD 2013 .....	152
FIGURA 3.80.	DETALLE PARA CONCENTRACIÓN DE ESFUERZOS EN PUERTAS SE UTILIZA MARCOS METÁLICOS AUTOCAD 2013 .....	153
FIGURA 3.81.	RESULTADO DE ESFUERZOS POR LA ACCIÓN DE LA CARGA SÍSMICA EN LA DIRECCIÓN Y “SAP 2000” .....	153
FIGURA 3.82.	RESULTADO DE ESFUERZOS POR LA ACCIÓN DE LA CARGA SÍSMICA EN LA DIRECCIÓN X; VISTA FRONTAL “SAP 2000” .....	154
FIGURA 3.83.	CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL HORMIGÓN “SAP 2000” .....	156
FIGURA 3.84.	CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL EUCALIPTO “SAP 2000” .....	156
FIGURA 3.85.	CONFIGURACIÓN SECCIÓN COLUMNA “SAP 2000” .....	157
FIGURA 3.86.	CONFIGURACIÓN SECCIÓN VIGA “SAP 2000” .....	157
FIGURA 3.87.	CONFIGURACIÓN SECCIÓN EUCALIPTO “SAP 2000” .....	158
FIGURA 3.88.	FACHADA FRONTAL MODELO ESTRUCTURAL “SAP 2000” .....	158
FIGURA 3.89.	FACHADA LATERAL MODELO ESTRUCTURAL “SAP 2000” .....	159
FIGURA 3.90.	MODELO GEOMÉTRICO COMPLETO “SAP 2000” .....	159
FIGURA 3.91.	DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA MUERTA SIST. APORTICADO “SAP 2000” .....	160
FIGURA 3.92.	DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA VIVA SIST. APORTICADO “SAP 2000” .....	160
FIGURA 3.93.	DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA VIVA SIST. APORTICADO “SAP 2000” .....	161

FIGURA 3.94.	DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA SISIMICA SIST. APORTICADO "SAP 2000" .....	161
FIGURA 3.95.	DIAGRAMAS DE FUERZAS AXIALES DEL SISTEMA APORTICADO "SAP 2000" .....	162
FIGURA 3.96.	DIAGRAMAS DE ESFUERZOS DE CORTE DEL SISTEMA APORTICADO "SAP 2000" .....	162
FIGURA 3.97.	DIAGRAMAS DE MOMENTOS DEL SISTEMA APORTICADO "SAP 2000" .....	163
FIGURA 3.98.	CANTIDAD DE ÁREA DE REFUERZO PARA CORTE DEL SIST. APORTICADO "SAP 2000" .....	163
FIGURA 3.99.	GEOMETRÍA DE LA CIMENTACIÓN PARA EL SISTEMA DE ENCHAPADO.....	168
FIGURA 3.100.	DIMENSIÓN VARILLA DE MALLA.....	168
FIGURA 3.101.	RESULTADO DE MOMENTOS EN EL SENTIDO X PARA LOSA DE CIMENTACIÓN SISTEMA DE ENCHAPADO.....	169
FIGURA 3.102.	RESULTADO DE MOMENTOS EN EL SENTIDO Y PARA LOSA DE CIMENTACIÓN SISTEMA DE ENCHAPADO.....	169
FIGURA 3.103.	RESULTADO DE DEFORMACIONES PARA LOSA DE CIMENTACIÓN SISTEMA DE ENCHAPADO .....	170
FIGURA 3.104.	DETALLE CONSTRUCTIVO 1 LOSA DE CIMENTACIÓN MURO PORTANTE SISTEMA ENCHAPADO.....	171
FIGURA 3.105.	DETALLE CONSTRUCTIVO 1 LOSA DE CIMENTACIÓN MURO PORTANTE SISTEMA ENCHAPADO.....	171
FIGURA 3.106.	DETALLE CONSTRUCTIVO 2 LOSA DE CIMENTACIÓN MURO PORTANTE SISTEMA ENCHAPADO.....	172
FIGURA 3.107.	GEOMETRÍA DE LA CIMENTACIÓN PARA EL SISTEMA DE FERROCEMENTO .....	173
FIGURA 3.108.	DETALLE CONSTRUCTIVO 1 LOSA DE CIMENTACIÓN MURO PORTANTE SISTEMA FERROCEMENTO .....	173
FIGURA 3.109.	DETALLE CONSTRUCTIVO 2 LOSA DE CIMENTACIÓN MURO PORTANTE SISTEMA FERROCEMENTO .....	174

FIGURA 3.110. CARACTERÍSTICAS DE LA LOSA DE CIMENTACIÓN PARA EL SISTEMA DE FERROCEMENTO .....	175
FIGURA 3.111. CARACTERÍSTICAS DE LA LOSA DE CIMENTACIÓN PARA EL SISTEMA DE FERROCEMENTO .....	176
FIGURA 3.112. RESULTADO DE ESFUERZOS MÁXIMOS PARA SISTEMA DE FERROCEMENTO .....	177
FIGURA 3.113. RESULTADO DE CORTES MÁXIMOS EN LA DIRECCIÓN “Y” PARA SISTEMA DE FERROCEMENTO.....	177
FIGURA 3.114. RESULTADO DE CORTES MÁXIMOS ÁREA UNITARIA EN LA DIRECCIÓN “Y” PARA SISTEMA DE FERROCEMENTO	178
FIGURA 3.115. RESULTADO DE DEFORMACIONES DE LA LOSA DE CIMENTACIÓN PARA EL SISTEMA DE FERROCEMENTO	178
FIGURA 3.116. RESULTADO DE CORTES MÁXIMOS EN LA DIRECCIÓN “X” PARA SISTEMA DE FERROCEMENTO .....	179
FIGURA 3.117. RESULTADO DE CORTES MÁXIMOS ÁREA UNITARIA EN LA DIRECCIÓN “X” PARA SISTEMA DE FERROCEMENTO	179
FIGURA 3.118. GEOMETRÍA DE LA CIMENTACIÓN PARA EL SISTEMA APORTICADO H.S.....	182
FIGURA 3.119. DETALLE CONSTRUCTIVO “1” PARA EL SISTEMA APORTICADO H.S.....	182
FIGURA 3.120. DETALLE CONSTRUCTIVO “2” PARA EL SISTEMA APORTICADO H.S.....	182
FIGURA 3.121. DETALLE CONSTRUCTIVO “3” PARA EL SISTEMA APORTICADO H.S.....	183
FIGURA 3.122. DIBUJO DEL MODELO COMPUTACIONAL ESTRUCTURAL ZAPATA AISLADA .....	184
FIGURA 3.123. RESULTADO DE DEFORMACIONES PARA LOSA DE CIMENTACIÓN SISTEMA DE ENCHAPADO .....	185
FIGURA 3.124. RESULTADO DE ESFUERZO QUE TRABAJAN SOBRE LA ZAPATA AISLADA EN LA DIRECCIÓN “X” .....	185

## RESUMEN

La optimización es sinónimo de calidad y seguridad por lo tanto se han empleado los conocimientos adquiridos para analizar y evaluar un proyecto específico del Ministerio de desarrollo urbano y vivienda los cuales con la dirección del gobierno, emplean planes de vivienda sociales dirigidos a las personas más necesitadas de una vivienda propia, para lo cual se evaluado los distintos tipos de construcción que se hacen en el Ministerio de desarrollo urbano y vivienda específicamente en el proyecto PINGUILLA-GUAYLLABAMBA, estas evaluaciones ayudaran a saber en qué estado se encuentran los proyectos y en qué forma se procede con el desarrollo de los mismos, se analiza los estudios previos a los proyectos realizados, para los cuales se utilizaron las evaluaciones ya realizadas, estos análisis consisten en encontrar problemas relacionados con la arquitectura del proyecto, estructura, costo y urbanidad, será importante comparar los costos resultantes del proyecto realizado actualmente en el proyecto PINGUILLA-GUAYLLABAMBA, con las nuevas alternativas optimizadas de construcción (Mampostería enchapada, Ferro-cemento y Sistema aporticado Hormigón armado), los cuales ayudan a escoger una alternativa optima que cumpla todas las condiciones necesarias de diseño y urbanidad.

## **ABSTRACT**

Optimization is synonymous of quality and safety, that's why we use the knowledge that we have acquired to analyze and evaluate a project of the "Ministerio de desarrollo urbano y vivienda".

This ministry with the guidelines from the government, employs social housing plans targeting people who are in need of a place to live; Thus, different types of construction that are used in the Ministry have been analyzed, specifically the PINGUILLA - GUAYLLABAMBA project. This analysis will allow us to know the current condition and development of the projects. Information, blueprints and cost analysis data provided by the ministry has been used to analyzed and compare new alternatives such as ferrocement, frame bearing and walls with mortar coating, which are proposed in the paper.

Basing on the results from the analysis and evaluation of the different alternatives it is possible to determine a much more effective building system to employ in social housing projects.

## PRESENTACIÓN

El presente trabajo consta de 6 capítulos divididos como a continuación se indica.

En el primer capítulo se encuentra las generalidades, antecedentes, objetivos, alcances, y descripción de las alternativas, que son tomadas para el diseño.

En el segundo capítulo consta el análisis del proyecto planteado por el Ministerio de desarrollo urbano y vivienda, y sus diferentes aspectos y condicionantes.

En el tercer capítulo se encuentran los diseños y modelos estructurales de los sistemas alternativos para paredes portantes como son el ferrocemento, y enchapado, al igual que el sistema aporticado de hormigón armado.

En el cuarto capítulo se especifica los procesos constructivos y especificaciones técnicas basados en el diseño propuesto para las diferentes alternativas planteadas en el presente documento.

El quinto capítulo se encuentra los análisis de precios, volúmenes de obra, tiempos y costos generales empleados en las diferentes alternativas.

Y el sexto y último capítulo se encuentra las conclusiones y recomendaciones generadas en base a lo elaborado en el presente trabajo.

En los anexos se presentan: planos estructurales y arquitectónicos de las tres alternativas del proyecto; que incluyen detalles, cortes, fachadas, cimentación con sus respectivas escalas.

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 GENERALIDADES

Actualmente en el sector de GUAYLLABAMBA-PINGUILLA, los pobladores de este sector se dedican como empleados de las plantaciones, jornaleros, comerciante, empleadas domésticas, trabajadores agrícolas y criadores de aves.

Refiriéndose a los pobladores de los sectores ya mencionados, se puede decir que gran parte de los pobladores no recibe remuneración alguna y solo subsisten del mensual del Bono desarrollo humano.

La gran parte de la población que se encuentra habitando en forma precaria lo que obliga muchos a migrar y dejar sus puestos de trabajo.

El gobierno nacional por las reseñas antes mencionadas se encuentra comprometido a dar soluciones de vivienda, por lo cual otorga bonos de vivienda a los más necesitados mediante el apoyo del Ministerio de desarrollo urbano y vivienda (MIDUVI), el cual tiene la responsabilidad de calificar a los postulantes de acuerdo a ley y realizar las obras pertinentes una vez aprobado todos los requisitos necesarios.

El Ministerio de desarrollo urbano y vivienda (MIDUVI), una vez aprobado el proyecto, procede a la construcción de las viviendas de interés social que poseen un área de 36 m<sup>2</sup> con ayuda de los beneficiados.

### 1.2 ANTECEDENTES

El ser humano desde tiempos antiguos vio la necesidad de buscar refugio ante las tempestades del clima y encontrar un lugar donde descansar confortablemente para seguir con las labores diarias.

Esto llevó con el tiempo a la evolución y perfeccionamiento de la forma en la cual el ser humano realiza estos refugios, desde el empleo de materiales como la tierra, madera y uso de roca artificial (hormigón), acero y polímeros hasta métodos de construcción y sistemas constructivos.

Con el crecimiento de la población humana, estos vieron necesario agruparse y convivir para enfrentar retos propuestos por la naturaleza. Esto hizo necesario la creación de orden y por lo tanto de un líder o un grupo de líderes que determinarían el rumbo de la población y tomarían decisiones por la gente, con el tiempo esto llevó a que las sociedades actuales, se dividan en grupos con más recursos que otros dentro de la misma sociedad.

En la sociedad que se vive el gobierno local ha tenido la labor y el deber de proveer de una vivienda a los más necesitados, creando el concepto de la vivienda de interés social, para eso se ha creado el ministerio de desarrollo urbano y vivienda (MIDUVI) el cual coordina y organiza los proyectos de viviendas de este tipo a nivel nacional.

### **1.3 OBJETIVOS**

- a)** Se evaluarán los distintos tipos de construcción que se hacen en el Ministerio de desarrollo urbano y vivienda, estas evaluaciones ayudaran a saber en qué estado se encuentran los proyectos y en qué forma se procede con el desarrollo de los mismos.
- b)** Se analizara los estudios previos a los proyectos realizados, para los cuales se utilizaron las evaluaciones ya realizadas, estos análisis consistirán en encontrar problemas relacionados con la arquitectura del proyecto, estructura, costo y urbanidad.
- c)** Sera importante comparar los costos resultantes del proyecto realizado actualmente en el proyecto PINGUILLA-GUAYLLABAMBA, con las nuevas

alternativas optimizadas de construcción (Mampostería enchapada, Ferrocemento y Sistema aporcado Hormigón armado), los cuales ayudaran para escoger una alternativa optima que cumpla todas las condiciones necesarias de diseño y urbanidad.

#### **1.4 ALCANCE.**

Se sabe que la gran demanda de trabajadores de bajos recursos en el sector de PINGUILLA y GUAYLLABAMBA, obliga a desarrollar un proyecto de vivienda para mejorar su condición de vida y desarrollo humano.

El problema expuesto anteriormente se resolverá con la siguiente sistematización:

- Descripción de las condiciones físicas y sociales de la zona estudiada.
- Determinación de las diferentes problemáticas que existen en la zona.
- Evaluación de las condiciones actuales en las que se encuentran en el sector.
- Desarrollar una nueva vivienda optimizada en base a varios tipos de viviendas diferentes que se expondrán más adelante (Métodos de construcción, disposición de materiales, uso de espacio).
- Análisis y comparación de resultados de costos de vivienda antigua con la vivienda nueva.

Los métodos que se utilizarán para la realización de las actividades ya mencionadas se ejecutarán de la siguiente manera:

- Se realizará una evaluación, la cual estará conformada por la revisión de los ante proyectos en cada una de las aéreas técnicas del mismo.
- Para establecer los parámetros y variables de la vivienda optimizada, se realizará un diseño estructural con medidas manejables para la realización de los modelos de (Resistencia axial, corte, flexión y torsión) de acuerdo a las normas Ecuatorianas que existen en la actualidad.
- Para plantear las posibles alternativas de optimización se utilizarán los siguientes sistemas constructivos :

1. Mampostería enchapada
2. Ferro cemento
3. Sistema aporticado (hormigón armado).

- Con los métodos ya mencionados se ejecutará un análisis comparativo, tanto en resistencia como en lo económico.

## **1.5 DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS CONSTRUCTIVAS**

### **1.5.1. MAMPOSTERÍA ENCHAPADA.**

#### **Generalidades**

La mampostería enchapada es el sistema estructural que consta básicamente de elementos como son: la mampostería de bloque hueco o en otros casos polímeros, malla de refuerzo y mortero; la técnica mencionada fue propuesta por el Ing. Msc. Patricio Placencia, con mampostería reforzada y un enchapado de malla electro-soldada.

#### **Antecedentes.**

Los pueblos mesopotámicos usaron los depósitos aluviales de los ríos Tigris y Éufrates para construir ladrillos. Ese era el material del que disponían. En cambio, los egipcios utilizaron rocas que extraían de las montañas del valle del Nilo. En el ártico, los esquimales han usado bloques de hielo para construir sus peculiares viviendas. Se utilizaron también ladrillos de barro con juntas de lodo. Se atravesaban barras horizontales de caña para controlar el agrietamiento. En la actualidad, los materiales que más se usan son la roca, la arcilla, el silicato de calcio y el concreto.

#### **■ Elementos que conforman el sistema**

- **Substrato.-** Es el primer elemento, sobre el cual se aplicarán las capas componentes del sistema, este substrato debe tener la capacidad estructural para resistir tensiones laterales y soportar el peso de los estratos subsiguientes, en el caso de la propuesta se utilizará distintas opciones de

mampostería, para construcción en seco, en este caso se usará simplemente bloque artesanal.

- **Capa base.-** Es una mezcla en partes iguales (por peso) de arena con Cemento Portland tipo I, que aplicados en forma continua sobre el sistema de mampostería y malla, forman una barrera estructural. Sobre esta capa se aplica los terminados, enlucidos o revestimiento fina si se desea caso contrario solo se alisa.<sup>1</sup>

#### ■ Ventajas y desventajas.

- a) Mejores condiciones de acabado superficial, el cual ayuda a la ausencia de rajamientos y líneas de partición en los acabados finales.
- b) Sencillez en sus etapas y posibilidad de reciclado, lo que significa un ahorro en algunos de sus materiales.
- c) Mejor uso de espacio.
- d) El uso de un bloque normal y económico
- e) No se puede tener cualquier distribución arquitectónica.

### 1.5.2. FERROCEMENTO.

#### 1.5.2.1 Generalidades.

El ferrocemento, es un tipo de hormigón armado de espesor delgado, construido con mortero y reforzado con capas de malla de acero, de pequeño espesor y ocasionalmente barras de acero de refuerzo. La malla puede ser hecha de metal u otros materiales.

El ferrocemento, se caracteriza y se diferencia de otros hormigones, por la distribución y tamaño relativo de su refuerzo: mallas de alambre de diámetros pequeños y fibras uniformemente distribuidas en toda la sección transversal del

---

<sup>1</sup> Fernández L, Paredes P. (2010). **Tesis EPN Investigación teórico experimental de un sistema estructural alternativo.** Quito, Ecuador

elemento. Una vez endurecido, el ferrocemento presenta propiedades químicas, físicas y mecánicas consistentes con un material de acción compuesta.

A pesar de que la matriz principal representa, en la mayoría de los casos, más del 90 % del volumen del compuesto, éste tiene un comportamiento dúctil, más parecido al del acero que al del hormigón. El ferrocemento ha sido considerado el primer tipo de hormigón armado y un miembro general de la familia de los materiales estructurales de hormigón.<sup>2</sup>

#### **1.5.2.2 Antecedentes.**

Joseph Louis Lambot produjo los primeros objetos construidos con mortero reforzado con malla de alambre en Miraval, en el sur de Francia, a finales del siglo XIX

Entre 1848 y 1849, Lambot construyó dos botes de 3 metros de longitud, con un espesor de 38 milímetros. Los mismos que se encuentran en el museo de Brignoles, Francia.

Lambot buscaba sustituir la madera en las construcciones navales, por tanto el nuevo material propuesto debía ser capaz de soportar el daño provocado por el agua y otras humedades. Joseph Luis Lambot patenta el material con el nombre de ferrociment en el año 1852; el que consiste en mallas metálicas o varillas cubiertas en una matriz cementante.

A principios de 1849, otro francés, Joseph Monier, realiza objetos para uso en la horticultura, independientemente de Lambot. Fabricó maceteros y cubos para jardinería con cemento y varillas de hierro. Monier, patenta este material en julio de 1867.

Durante la primera guerra mundial, se construyeron buques y barcos con hormigón armado, y estos fueron usados de nuevo en la segunda guerra mundial, debido a la escasez de materiales, particularmente del acero. El ferrocemento fue olvidado y reemplazado por el hormigón armado y pre esforzado.

---

<sup>2</sup> Saleme H, Comoglio S y Méndez J, (2002). **Ferrocemento. Un material apropiado a nuestro medio.** Cuenca-Ecuador.

Sin embargo, a principios de los años cuarenta, el arquitecto, ingeniero y constructor italiano Pier Luigi Nervi, retoma las ideas de Lambot realizando estudios sobre hormigones reforzados con capas de malla de alambre. De este estudio concluye que el material tiene "comportamiento similar al de un material homogéneo de elevadas resistencias" [Pama, 1992]. En sus investigaciones, Nervi encuentra un material altamente flexible, elástico y resistente a la tracción. Variando diámetros y capas de refuerzo, obtuvo espesores con cualidades importantes como gran deformabilidad, baja formación y propagación de grietas.

Pier L. Nervi, diseña y construye diferentes proyectos arquitectónicos en ferrocemento. Una de las construcciones con ferrocemento es la cubierta del salón principal del palacio de exposiciones de Turín, Italia. Fue construida entre 1948 y 1950, posee una luz de 96 metros y es la mayor de sus obras en estructuras con tejados.<sup>3</sup>

### 1.5.2.3 Elementos que conforman el sistema.

- **Mortero Hidráulico.-** El Mortero hidráulico o mortero, es la mezcla homogénea compuesta de cemento, arena y agua, pudiendo eventualmente contener aditivos que mejoren sus cualidades.
- **Cemento.-** Es un material con propiedades de adherencia y cohesión que lo hace capaz de aglutinar fragmentos minerales en una masa compacta, tanto bajo agua como en el aire.
- **Armadura de refuerzo.-** Es el refuerzo total del sistema que puede estar conformado por el acero de armazón con la malla de refuerzo o solamente la primera. Determinan la forma y resistencia de la estructura de ferrocemento.
- **Agregado.-** Es el material que se encuentra disperso en toda la masa del mortero y ocupa del 60 al 70% de su volumen, debe ser resistente, impermeable y capaz de producir una adecuada funcionalidad al mortero para

---

<sup>3</sup>Dr. Ing. Wainstok. H. (2008). Diseño y Construcción de Ferrocemento. Cuarta Edición

lograr una buena penetración en las mallas, con un mínimo de relación de agua cemento. El agregado en estructuras de ferrocemento es la arena, dependiendo del espesor del elemento y de la densidad de la armadura, puede ser necesario limitar su diámetro.

- **Malla de refuerzo.**- Está constituida de alambres delgados y poco espaciados entre sí, entretejidos o soldados, dispuestos al interior de la estructura, en capas continuas y/o superpuestas, tiene la función de dar forma, recibir y sostener al mortero en estado fresco y cuando el mortero se endurece confiere al ferrocemento la capacidad de absorber esfuerzos de tensión sobre la estructura, que el mortero por sí solo no podría soportar.
- **Acero de armazón.**- Se emplea para dar forma a la estructura, sobre ella se colocan las capas de malla de alambre o refuerzo.

#### 1.5.2.4 Ventajas y desventajas.

- Permite la utilización de sistemas mixtos (es decir, que el ferrocemento puede ser usado con otros materiales).
- Permite la prefabricación y la industrialización por medios avanzados.
- Requiere de poco o casi nulo mantenimiento.
- Resiste muy bien el agrietamiento, las fisuras, y los golpes secos, lo que aumenta su impermeabilidad y detiene la corrosión.
- Posee Buena resistencia a agentes mecánicos (como pueden ser abrasión, desgaste y cambios de temperatura).
- Utilizar mano de obra no especializada, lo cual influye en el desarrollo del sistema y sus costos son menores a las otras alternativas.<sup>4</sup>

---

<sup>44</sup> Guerrero A., González L. (2008). Conceptos generales sobre ferrocemento. Colombia, Palmira

### **1.5.3. SISTEMAS APORTICADOS (HORMIGÓN ARMADO).**

#### **1.5.3.1 Generalidades.**

Los sistemas aporticados son un conjunto de elementos que están unidos o relacionados entre sí mediante nudos rígidos, los cuales ayudan a la transmisión de cargas entre elementos, por lo general los sistemas aporticados están trabajando a flexión y a torsión.

El hormigón armado, es un material estructural el cual une las propiedades del hormigón simple y del acero de refuerzo. Para formar un solo elemento estos dos materiales tienen que estar íntimamente unidos y su interacción debe ser a través de las fuerzas de adherencia que se desarrollan en sus superficies de contacto. El hormigón está constituido por unos materiales artificiales, obtenido de la mezcla en proporciones determinadas de cemento, agregados y agua. El cemento y el agua forman una sustancia química que envuelve a los agregados, para formar un elemento heterogéneo; algunas veces se colocan sustancias llamadas aditivos para modificar sus propiedades.

El refuerzo del hormigón armado está constituido de acero, el cual será los elementos principales del hormigón armado, ya que se sabe que el hormigón simple sin refuerzo, tiene una buena resistencia a compresión pero es débil a tensión, lo cual limita de cierta forma su aplicabilidad como material estructural. El acero de refuerzo proporcionará una mayor resistencia a la tensión, este acero es el encargado de soportar los esfuerzos de tensión, dándole así al hormigón mejores características como material estructural; el acero de refuerzo también se utiliza para mejorar la resistencia a compresión del hormigón, así como para disminuir las grietas y deformaciones, y para darle una mayor ductilidad. La unión de los materiales mencionados da como resultado el hormigón armado como bien se lo conoce.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Naranjo L. Patricia V. Mecánica de suelos morteros y hormigones construcciones materiales de construcción (2007). Quito, Ecuador

### **1.5.3.2 Antecedentes.**

La expansión y comienzo del hormigón armado estuvo muy ligada a la industrialización y la necesidad de la optimización de los métodos constructivos. Su comienzo fue en siglo XX, cuando llegaron las primeras patentes desde Francia e Inglaterra, se comenzó a producir el cemento portland industrialmente y surgió en Guipúzcoa por la insuficiencia de estructuras aptas para la industria.

A partir de 1910, este material también se utilizó para reparar los miradores de los edificios, así como para reconstruir las salas de cine y teatro calcinadas por los incendios, al ser el hormigón un material incombustible.

El hormigón armado quedó pronto libre de patentes, por lo que surgió la oportunidad de transformar el material y de crear nuevas formas arquitectónicas. Según se explica, las construcciones levantadas en Guipúzcoa a partir de los años 20, tomaron como modelo la arquitectura tradicional local, por lo que se construyeron con hormigón armado edificios que emulaban caseríos y palacios tradicionales. Ejemplo de ello son las viviendas y almacenes de los camineros de la Diputación y la estación de tren del Urola.

En el mundo europeo, a medida que se sabía más del hormigón armado, se idealizaba más formas arquitectónicas, de entre las que se destacó, la arquitectura racionalista.

A partir de la mitad del siglo XX los ingenieros llevaron hasta el extremo el uso del hormigón armado. Las construcciones resultaban resistentes no por las propiedades del material, sino más bien por la forma que se le aplicaba.

### 1.5.3.3 Elementos que conforman el sistema.

- **Cemento.-** El cemento Portland es un Cemento hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker, están compuestos principalmente por silicatos de calcio hidráulicos y varias formas de sulfato de calcio que se adicionan durante el proceso de molienda. Existen diversos tipos de cemento, los cuales están especificados en la norma ASTM C 150.
- **Agregado fino o arena.-** El agregado fino y grueso, constituyen los elementos del concreto, ya que no intervienen en las reacciones químicas entre cemento y agua.
- **Agregado grueso o piedra.-** El agregado grueso está constituido por rocas graníticas, dioríticas y sieníticas. Puede usarse piedra bola partida en chancadora o grava zarandeada de los lechos de los ríos o yacimientos naturales.
- **Agua.-** El agua empleada en el concreto debe estar limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica u otras sustancias nocivas para el concreto o el refuerzo (ACI-3.3.4).
- **Aditivos.-** Los aditivos son sustancias que, añadidas al concreto, alteran sus propiedades tanto en estado fresco como endurecido. Por su naturaleza, se clasifican en aditivos químicos y aditivos minerales, entre los primeros, se tiene, principalmente, los plastificantes y super-plastificantes, los incorporadores de aire y los controladores de fraguado.
- **Acero de refuerzo.-** El acero de refuerzo o varilla corrugada es el alma de cualquier elemento estructural, absorbe todos los esfuerzos de tensión provocados por las cargas, y por los cambios de volumen en el concreto al variar su temperatura. Para garantizar el comportamiento adecuado del concreto reforzado, se deben cumplir dos condiciones: que el manejo del

acero de refuerzo sea adecuado, eficiente y de calidad; y que el concreto alcance la resistencia de proyecto.<sup>6</sup>

#### **1.5.3.4 Ventajas y desventajas.**

- Es un material muy usado a nivel universal por la facilidad constructiva y disponibilidad de materiales.
- Tiene la facilidad de conseguir diversas formas arquitectónicas.
- La ventaja que tiene el concreto es que requiere de muy poco mantenimiento.
- Tiene la característica de conseguir ductilidad.
- Posee alto grado de durabilidad.
- Posee alta resistencia al fuego.
- Tiene la factibilidad de lograr diafragmas de rigidez horizontal. (Rigidez: capacidad que tiene una estructura para oponerse a la deformación de una fuerza o sistema de fuerzas).
- Capacidad resistente a los esfuerzos de compresión, flexión, corte y tracción.
- Las desventajas están asociadas al peso de los elementos que se requieren en las edificaciones por su gran altura.
- El aumento de riesgo en zonas sísmica por su gran masa.
- Excesivo peso y volumen.

---

<sup>6</sup> Naranjo L. Patricia V. Mecánica de suelos morteros y hormigones construcciones materiales de construcción (2007). Quito, Ecuador

## **CAPÍTULO 2**

### **DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL PROYECTO PINGUILLA-GUAYLLABAMBA**

#### **2.1 ANTECEDENTES.**

##### **2.1.1 SITUACIÓN DEL SECTOR DE VIVIENDA EN PINGUILLA-GUAYLLABAMBA.**

Las zonas de Pinguilla y Guayllabamba se encuentran ubicadas en la zona de Puellaró y Guayllabamba a 70km al Noreste de Quito en la provincia de Pichincha a una altitud aproximada de 2063 m.s.n.m, tiene un clima templado seco y frío, con una temperatura aproximada de 18°C, la población se encuentra conformada en un 100% de mestizos, los pobladores de este sector se dedican como, empleados de las plantaciones (jornaleros), comerciantes, empleadas domésticas y en un pequeño porcentaje trabajadores agrícolas, amas de casa, criadores de aves etc.

El mes de marzo es empleado para la cosecha de chirimoya, tomate de árbol, arveja, zambo y zapallo. En abril se siembra papas y hortalizas; se cosecha chirimoyas, choclo y zambo. Para mayo, se siembra papas, hortalizas y arveja pero se cosecha los choclos.

En julio se cosecha habas y en agosto se siembra maíz, trigo, cebada, morochillo, fréjol. Septiembre es el mes dedicado a la siembra de mellocos, al igual que en noviembre, en el cual se suma la siembra de fréjol y ocas. En noviembre se cosechan papas y chirimoyas.

La actividad florícola inicia entre los meses de enero, febrero, abril, octubre y noviembre. Alrededor del 20% de la población se dedica también a la crianza de aves. Y apenas el 1% de la población se dedica al comercio y a la artesanía.

Este sector cuenta con escasa ganadería vacuna y porcina. El caballo es el principal animal utilizado como medio de transporte y carga, debido a la falta de

transporte público. Las camionetas municipales realizan los recorridos por las comunidades de Puellaro, pero en base a una tarifa alta por carrera entre 8 a 15 dólares.

En Puellaro se puede distinguir diferentes modos de vida, empezando por la vivienda. En la cabecera cantonal, las viviendas tienen una buena fachada de construcción en cemento y cuentan con todos los servicios básicos. Algunas son de una sola planta y las demás de dos plantas. En cambio, en el resto de la parroquia, donde se encuentran las comunidades, las casas son de adobe, otras de cemento y otras de paja.<sup>7</sup>

### **2.1.2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS.**

Se presume que los pobladores de Guayllabamba y Pinguilla son de origen cayapa y colorado, que proceden de Esmeraldas y Santo Domingo. En la época preincaica esta zona estaba formada por pequeños grupos poblacionales unidos por costumbres y procesos culturales de un grupo mayor confederado. Durante la época incaica, con el avance del invasor Aullan Cápac, los pobladores del Reino de Quito y los nativos de Puellaro se alistaron para defender sus tierras, bajo el mando de la Reina Quilango, que encabezaba la defensa de Tabacundo, y del curaca Muenango, líder absoluto en la zona Peruchana. En la época colonial se instalan formas de explotación como las encomiendas, las mitas, los obrajes, que operaron intensamente en Puéllaro.

### **2.1.3 POLÍTICAS HABITACIONALES.**

#### **2.1.3.1. Calidad.**

La zona de Pinguilla y Guayllabamba, son zonas que constan de los servicios básicos como: agua entubada y alcantarillado, redes eléctricas, servicios telefónicos, servicio de recolección de basura y otros servicios destinados a la comunidad tales como:

---

<sup>7</sup> Ministerio de desarrollo Urbano y Vivienda. (2012) Documentación del proyecto Pinguilla-Guayllabamba. Ecuador.

- Junta Parroquial.
- Tenencia Política.
- Centro de Salud.
- Destacamento Policial.

Cabe recalcar que lo mencionado anteriormente sucede en las zonas centrales, ya que en las zonas perimetrales aún no existen servicios tan completos como los mencionados.

El incremento poblacional en los últimos 10 años es del 42%, esto ha incrementado la demanda de infraestructura básica y servicios públicos que la parroquia no puede satisfacer, mayor aún, si se habla de los sectores periféricos de las dos zonas ya mencionadas.

La demanda de viviendas, en los barrios aledaños a las floricultoras y demás trabajos, también ha hecho que los costos de arriendo sufran un aumento considerable, hay que tomar muy en cuenta que la tenencia del suelo en la parroquia es preocupante, el 51% de la población no tiene título de propiedad legalmente obtenidos, son poseionarios, (Derechos y acciones, a través de una escritura Madre)<sup>8</sup>

#### CUADRO 2.1. TENENCIA DE VIVIENDA

TENENCIA DE VIVIENDA	
Tenencia o propiedad de la vivienda	Casos
Arrendada	1565
Propia y totalmente pagada	1353
Prestada o cedida (no pagada)	617
Propia (regalada, donada, heredada o por posesión)	535
Por servicios	294
Propia y la está pagando	169
Anticresis	6
<b>Total</b>	<b>4539</b>

FUENTE: INEC, Censo 2010

<sup>8</sup> Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2010). Estudio Estadístico Poblacional de la Zona Pinguilla y Guayllabamba. Ecuador-Pichincha

La calidad de las viviendas que existen en las zonas de Pinguilla y Guayllabamba es caracterizada en la siguiente descripción

- **Viviendas de cemento y bloque:** Viviendas que carecen de estructuras técnicamente construidas, con materiales de mala y media calidad, con instalaciones eléctricas, sanitarias agua potable en mal estado, con mala distribución arquitectónica; techo de teja y Eternit.

Se caracterizaron las viviendas de bloque y cemento porque es la más usada en la zona.

### 2.1.3.2. Habitabilidad.

La habitabilidad de las viviendas es aceptable, no por la calidad de las viviendas si no más por los servicios básicos que existen en la zona como se puede observar en las estadísticas siguientes.

- **Agua consumo Humano.-** El 71,22% de las familias de los barrios de la parroquia reciben el líquido vital por red pública, que corresponde en mayor porcentaje al centro poblado, mientras tanto, que el resto de la población lo recibe ya sea de río, vertiente, acequia o canal 28,78%; por lo cual es un problema para la salud.

### CUADRO 2.2. ABASTECIMIENTO DE AGUA

ABASTECIMIENTO DE AGUA	
Procedencia principal del agua recibida	Casos
De red pública	3194
De río, vertiente, acequia o canal	1106
De pozo	99
Otro (Agua lluvia/albarrada)	57
De carro repartidor	29
<b>Total</b>	<b>4485</b>

FUENTE: INEC, Censo 2010

- **Alcantarillado Aguas Servidas:** El área urbana de la cabecera parroquial cuenta con este servicio en su totalidad, mientras que el en el área rural una gran mayoría eliminan sus aguas servidas por medio de pozos séptico (ciego-

pozo), descargas directas o no tienen sistema de eliminación de excretas, produciendo contaminación ambiental.

### CUADRO 2.3. ELIMINACIÓN DE EXCRETAS

ELIMINACIÓN DE EXCRETAS	
Tipo de servicio higiénico o escusado	Casos
Conectado a red pública de alcantarillado	8063
Conectado a pozo séptico	532
Conectado a pozo ciego	65
Con descarga directa al mar, río, lago o quebrada	248
Letrina	7
No tiene	35
<b>Total</b>	<b>8950</b>

FUENTE: INEC, Censo 2010

- **Recolección de basura:** La población en un alto porcentaje el 86,11% por carro recolector, 23,89 % desecha la basura en un terreno baldío o quebrada, incinera o entierra los desperdicios; esta falta de cobertura del servicio ha ocasionado problemas de contaminación por estar expuestos los desechos al aire libre, llegando a convertirse en un foco infeccioso para la población.

### CUADRO 2.4. ELIMINACIÓN DE DESECHOS

Eliminación de la basura	Casos
Por carro recolector	3862
La queman	348
La entierran	128
La arrojan en terreno baldío o quebrada	94
De otra forma	38
La arrojan al río, acequia o canal	15
<b>Total</b>	<b>4485</b>

FUENTE: INEC, Censo 2010

- **Energía eléctrica:** El 98,84% de la población dispone del servicio de luz eléctrica.

## CUADRO 2.5. SERVICIO ELÉCTRICO

SERVICIO ELÉCTRICO	
Procedencia de luz eléctrica	Casos
Red de empresa eléctrica de servicio público	4433
No tiene	42
Generador de luz (Planta eléctrica)	5
Otro	5
<b>Total</b>	<b>4485</b>

FUENTE: INEC, Censo 2010

- **Alumbrado público:** El alumbrado público tiene una aceptable cobertura en la cabecera parroquial, pero en los barrios periféricos y dispersos este servicio es deficiente.

### 2.1.4 DESARROLLO DEL SECTOR CON RESPECTO A LA VIVIENDA

Según el censo del INEC existen varios tipos de viviendas.<sup>9</sup>

## CUADRO 2.6. TIPO DE VIVIENDAS

TIPO DE VIVIENDA	
Tipo de la vivienda	Casos
Casa/Villa	3090
Cuarto(s) en casa de inquilinato	771
Mediagua	706
Departamento en casa o edificio	579
Covacha	31
Otra vivienda particular	28
Rancho	10
Choza	7
<b>Total</b>	<b>6122</b>

FUENTE: INEC, Censo 2010

## 2.2 CICLO DE VIDA DEL PROYECTO.

<sup>9</sup> Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2010). Estudio Estadístico Poblacional de la Zona Pinguilla y Guayllabamba. Ecuador-Pichincha

### 2.2.1 BONO DE LA VIVIENDA.

El gobierno del Ecuador ofrece este beneficio económico para la compra o mejoramiento de la vivienda a través del MIDUVI. Este valor para el año 2013 es de USD 6000.

Tendrán derecho al incentivo habitacional o bono los ciudadanos mayores de 18 años, deberán estar ubicadas dentro de los puntajes del registro social hasta 50.10.<sup>10</sup>

Para vivienda rural y urbana marginal, se ha establecido las categorías determinadas en el siguiente cuadro, tomando en consideración el puntaje en el Registro Social o ingreso del grupo familiar postulante al Bono:

**CUADRO 2.7. ORGANIZACIÓN DEL BONO DE LA VIVIENDA**

TIPO DE INTERVENCIÓN	UBICACIÓN EN REGISTRO SOCIAL (puntaje)		SALARIO BASICO	VALOR DEL INCENTIVO HABITACIONAL (USD)	APORTE BENEFICIARIO (USD)	VALOR INTERVENCIÓN (USD)
	DE	HASTA				
VIVIENDA NUEVA	0	35.90	Hasta 1 salario básico unificado en el continente.  En Región Insular hasta 2 salarios básicos unificados.	HASTA 5.000	Aporte del 5 % del valor del bono  (250 dólares)	5.250
	35.91	41.40	De 1 hasta 1,5 salarios básicos unificados en el continente.  En la Región Insular de 2 hasta 3 salarios básicos unificados.	HASTA 5.000	Aporte del 7.5 % del valor del bono  (375 dólares)	5.375
	41.41	50.10	De 1,5 hasta 2 salarios básicos unificados en el continente.  En la Región Insular de 3 hasta 4 salarios básicos unificados.	HASTA 5.000	Aporte del 10 % del valor del bono  (500 dólares)	5.500
ADQUISICIÓN DE VIVIENDA	0	50.10	Hasta 2 salarios básicos unificados en el continente.  En la región insular hasta 4 salarios básicos unificados.	HASTA 5.000	Ahorro 10% del valor de la vivienda	Hasta 20.000
MEJORAMIENTO	0	50.10	Hasta 2 salarios básicos unificados en el continente.  En la región insular hasta 4 salarios básicos unificados.	HASTA 1.500	Ahorro 10% del valor del bono  (150 dólares)	1.650

FUENTE: Ministerio de desarrollo urbano y vivienda

### 2.2.2 REQUISITOS.

<sup>10</sup> Ministerio de desarrollo Urbano y Vivienda. (2012) Documentación del proyecto Pinguilla-Guayllabamba. Ecuador.

Para postular al bono se requiere:

- Agruparse en grupos familiares de mínimo 25 y un máximo de 50 postulantes que habiten en el mismo sector geográfico, parroquia o **cantón y que sean susceptibles al incentivo habitacional o bono de la vivienda.**
- Buscar apoyo del municipio de la localidad o de una ONG y presentar un proyecto complementario de la vivienda, que les permita mejorar la calidad de vida.
- Si el propietario requiere mejorar la vivienda, esta será evaluada por los técnicos del MIDUVI. Solo se aplicará a viviendas que tengan un avalúo que no supere los 8000 USD.
- Conformar un comité de vivienda, única y exclusivamente con los postulantes al bono, quienes dentro de sus integrantes deberán nombrar un Presidente, Tesorero, Secretario y 2 vocales.

### **2.2.3 BASES LEGALES.**

Para el presente año 2013 con la finalidad de expedir el reglamento que norma el sistema de incentivos de vivienda rural (SIV), se presentó el acuerdo ministerial No. 216, en el que consta dicha normativa incluyendo el aumento al bono de la vivienda realizada en enero del 2013 mediante el decreto ejecutivo No. 1419.<sup>11</sup>

## **2.3 IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE VIVIENDA.**

---

<sup>11</sup> Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2010). Estudio Estadístico Poblacional de la Zona Pinguilla y Guayllabamba. Ecuador-Pichincha

### **2.3.1 ORIGEN DEL PROYECTO SOCIAL.**

Los artículos 30 y 375 de la Constitución de la República del Ecuador, consagran que las personas tienen derecho a contar con un hábitat seguro, saludable, y una vivienda adecuada y digna, y que el estado en todos sus niveles de gobierno garantizará el goce de este derecho.

Es por esta razón que el Estado estableció como función del MIDUVI el desarrollo y ordenamiento urbano; así como la planificación, formulación y ejecución de políticas del sector de la vivienda. De esta manera, el MIDUVI desarrolló el programa de vivienda rural-urbano marginal, que con ayuda del bono de la vivienda, provee de vivienda a la gente que lo necesita en dichas áreas.

### **2.3.2 LA VIVIENDA SOCIAL Y SUS CARACTERÍSTICAS**

En este subcapítulo se presenta la información proporcionada por el ministerio de desarrollo urbano y vivienda el cual consta de los siguientes documentos, los cuales está presentados en el Anexo 1.

- Presupuesto general del proyecto Pinguilla-Guayllabamba
- Resumen del presupuesto del proyecto Pinguilla-Guayllabamba
- Presupuesto general total del proyecto Pinguilla-Guayllabamba
- Volúmenes de obra del proyecto Pinguilla-Guayllabamba
- Plano arquitectónico del proyecto Pinguilla-Guayllabamba
- Fachadas principales del proyecto Pinguilla-Guayllabamba
- Plano de cimentación del proyecto Pinguilla-Guayllabamba
- Detalles de la estructura del proyecto Pinguilla-Guayllabamba
- Instalaciones eléctricas del proyecto Pinguilla-Guayllabamba
- Plano de Cubierta del proyecto Pinguilla-Guayllabamba
- Corte y detalles del proyecto Pinguilla-Guayllabamba
- Detalles puerta y ventana del proyecto Pinguilla-Guayllabamba<sup>12</sup>

## **2.4 EVALUACIÓN Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA VIVIENDA DEL PROYECTO PINGUILLA-GUAYLLABAMBA**

---

<sup>12</sup> Ministerio de desarrollo Urbano y Vivienda. (2012) Documentación del proyecto Pinguilla-Guayllabamba. Ecuador.

Para la evaluación y análisis de la estructura primero se define qué tipo de método constructivo se usa para el proyecto PINGUILLA-GUAYLLAMBA, por lo cual se hizo un análisis de las características propias de la vivienda MIDUVI, como se indica en el cuadro 2.8.

### CUADRO 2.8. CARACTERÍSTICAS Y CLASIFICACIÓN DEL MÉTODO CONSTRUCTIVO USADO POR EL MIDUVI

CARACTERÍSTICAS Y CLASIFICACIÓN DEL MÉTODO CONSTRUCTIVO USADO POR EL MIDUVI			
CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA	Sistema aporticado	Sistema de Mampostería confinada	Observaciones
Mampostería rodeada por elementos de concreto reforzados vaciados posteriormente a la ejecución del muro	X	✓	Pese a que en los planos no especifica que los elementos de concreto reforzado son vaciados posteriormente a la ejecución de muro, experimentalmente se observó en obra que en algunas casas en ejecución se desarrollaba este
Aberturas de ventanas y puertas, ubicadas en esquinas sin espaciamentos amplios	X	X	No se deben dejar aberturas continuas en la parte superior del muro, cerca de las columnas de confinamiento, por que se puede presentar el efecto de columna corta, a excepción de que el elemento sea diseñado para este tipo aberturas.
Hormigón Armado con secciones reforzadas con acero laminado en caliente.	✓	✓	
Columnas y vigas de confinamiento en la totalidad de la construcción	X	✓	No se rechaza totalmente ésta característica, ya que el 70% de la construcción probablemente esté hecho con columnas de confinamiento
Uso de arriostramientos (CHICOTES), a lo largo de la columna	✓	✓	No se especifica en los planos, pero experimentalmente en obra se observó su uso
Columnas y vigas configuradas como pórticos	✓	X	Se observa en los planos que probablemente las columnas y las vigas están diseñadas como un sistema aporticado
Mampostería de bloque con resistencia no menor a 10kg/cm <sup>2</sup>	✓	✓	Se podría usar en los 2 sistemas constructivos
Uso de pórticos en algunos de ejes de la construcción	✓	X	En la configuración estructural se observa que existen pórticos

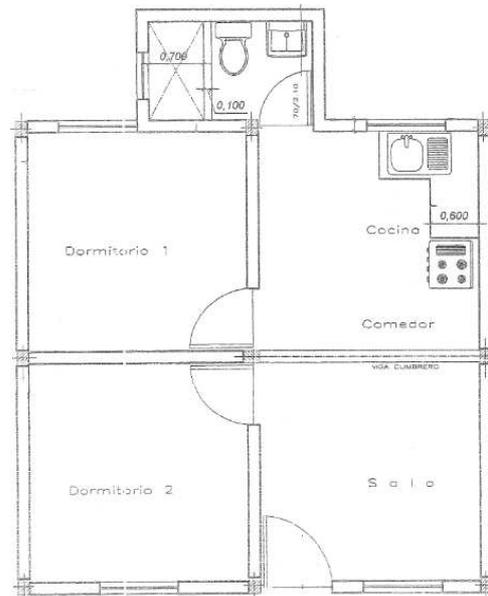
Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

Como se observa en el cuadro 2.8, todo indica que la construcción de la vivienda del MIDUVI fue desarrollada como un sistema de mampostería confinada, sin embargo tiene características de un sistema aporticado, por lo tanto se analizará y se comprobará como un sistema confinado y un sistema aporticado.

#### 2.4.1 EVALUACIÓN DESARROLLADA COMO UN SISTEMA DE MAMPOSTERÍA CONFINADA

En la figura 2.1 se expone el plano arquitectónico, el cual se observa la disposición de la estructura y demás elementos propios de la vivienda.

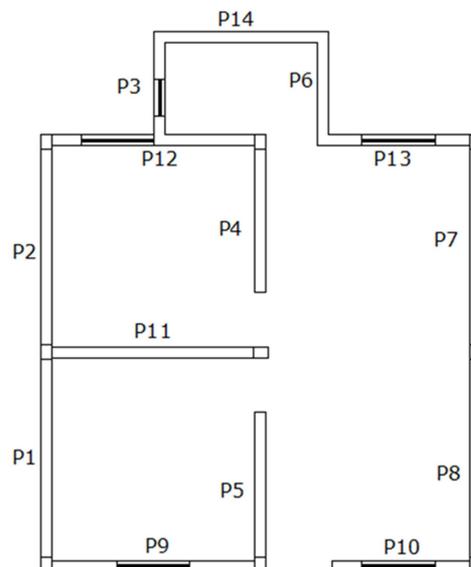
**FIGURA 2.1. PLANO ARQUITECTÓNICO I DE LA VIVIENDA MIDUVI**



Elaborado: Ministerio de desarrollo Urbano y Vivienda

Para el análisis y chequeo de la estructura se nombra a cada uno de los muros confinados que existen en la vivienda tal como se indica en la figura 2.2.

**FIGURA 2.2. PLANO ARQUITECTÓNICO II DE LA VIVIENDA MIDUVI**



Elaborado: Ministerio de desarrollo Urbano y Vivienda

Para el análisis se tiene los siguientes datos en el cuadro 2.9, cada uno de los elementos estructurales existentes en el proyecto.

**CUADRO 2.9. ELEMENTOS DE MUROS EXISTENTES EN LA VIVIENDA**

Dirección	Nombre Muro	Base "b" (m)	Altura "h" (m)	Espejo "t" (m)	Observaciones
EJE Y	P1	3.06	3.35	0.15	
	P2	3.08	3.35	0.15	
	P3	1.55	2.6	0.15	Tiene ventana y no tiene confinamiento
	P4	3.06	3.36	0.15	
	P5	3.06	3.36	0.15	
	P6	1.55	2.8	0.15	No tiene oconfinamiento
	P7	3.08	3.35	0.15	
	P8	3.08	3.35	0.15	
EJE X	P9	3.07	2.5	0.15	Tiene ventana
	P10	3.08	2.6	0.15	Tiene ventana y pares
	P11	3.07	3.35	0.15	
	P12	3.07	2.6	0.15	
	P13	3.08	2.6	0.15	Tiene ventana y pares
	P14	2.37	2.25	0.15	No tiene oconfinamiento

Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

#### 2.4.1.1. Estructura

El análisis y chequeo de todos los elementos estructurales de la vivienda MIDUVI, se basan según la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2011) y la Norma Colombiana NSR10.<sup>13</sup>

#### 2.4.1.2. Carga Viva

#### CUADRO 2.10. TABLA CARGAS VIVAS

Carga Viva		
Ocupación	Carga uniforme KN/m <sup>2</sup>	Carga uniforme 1T/m <sup>2</sup>
Residencias	2	0.204
Cubiertas	1	0.102

Fuente: Norma Ecuatoriana de la construcción NEC 2011

#### 2.4.1.3. Carga Muerta

Para el chequeo de los elementos estructurales se utilizara una carga muerta aproximada tal como se indica en el cuadro 2.11.

<sup>13</sup> Norma Ecuatoriana de la Construcción.(2011) Capitulo 10 Vivienda de hasta 2 pisos. Ecuador

## CUADRO 2.11. RESUMEN DE CARGA MUERTA

CARGAS USADAS PARA LA CARGA MUERTA	
Peso mampostería bloque 15x20x40	6.6 T
Peso de Mortero de Enlucido	1.4 T
Peso Mortero de Unión	4.78 T
Peso Columnas Tipo 1	0.91 T
Peso Columnas Tipo 2	0.68 T
Peso Viga Tipo 1	1.05 T
Peso Viga Tipo 2 inclinada	0.42 T
Peso ETERNIT	0.4 T
Peso Correas	0.1 T
total	16.4 T

Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

### 2.4.1.4. Carga de sismo

Para la carga de sismo se utiliza los siguientes parámetros usados en el código ecuatoriano de la construcción CEC.

$$\square V = \frac{Z * I * C}{R * \phi_p * \phi_e} * W \quad (3.1)$$

- $Z = 0.4$  *Guayllabamba, Pichincha se ubica en la zona 4.*

- $I = 1.0$  *Otras Estructuras*
- $C_t = 0.06$
- $h_n = 3.15 \text{ m}$

$$\square T = C_t * h_n^{3/4} \quad (3.2)$$

- $T = 0.06 * 3.15^{3/4}$
- $T = 0.142$
- $S = 1.2$  *S2: Suelos intermedios,  $C_m = 3.0$*

$$\square C = \frac{1.25 * S^S}{T} \quad (3.3)$$

- $C = \frac{1.25 * 1.2^{1.2}}{0.142}$
- $C = 10.97$
- $0.50 < C < C_m$
- $\therefore C > C_m, \text{ entonces } C = 3.0$
- $R = 5$  "Estructura de mampostería reforzada o confinada (CEC 2002)"
- $\phi_p = 1$
- $\phi_e = 1$

- $V = \frac{0.4 \cdot 1.0 \cdot 3.0}{5.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0} * W$
- $V = 24\% W$

Antes de la distribución de cargas para el modelo estructural, se obtiene las participaciones modales obtenidos en el programa SAP 2000 tal como se indica en el cuadro 2.12, en el cual se observa la configuración dinámica de la estructura del MIDUVI.

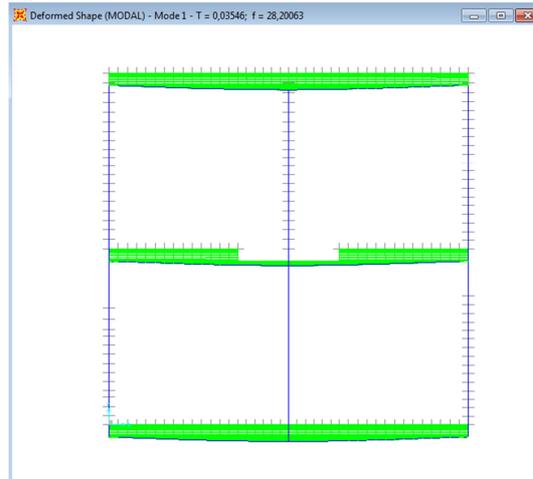
**CUADRO 2.12. PARTICIPACIONES MODALES DE MASAS PARA EL SISTEMA DE MAMPOSTERÍA CONFINADA EN LA VIVIENDA MIDUVI**

TABLE: Modal Participating Mass Ratios							
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	RZ	SumRZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0.035	0%	67%	11%	13%
MODAL	Mode	2	0.026	73%	0%	13%	26%
MODAL	Mode	3	0.021	4%	0%	60%	84%
MODAL	Mode	4	0.016	0%	7%	2%	86%
MODAL	Mode	5	0.013	0%	8%	3%	89%
MODAL	Mode	6	0.011	0%	0%	0%	89%
MODAL	Mode	7	0.011	0%	4%	2%	92%
MODAL	Mode	8	0.010	5%	0%	2%	94%
MODAL	Mode	9	0.009	0%	0%	1%	95%
MODAL	Mode	10	0.009	3%	0%	1%	96%
MODAL	Mode	11	0.009	0%	0%	0%	96%
MODAL	Mode	12	0.009	0%	4%	1%	97%

Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

En el modo 1 se observa un porcentaje de participación de masa del 67% de desplazamientos en el eje "Y".

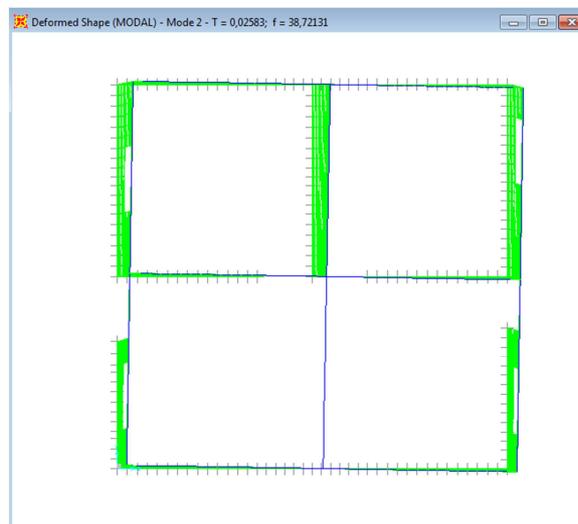
**FIGURA 2.3. MOVIMIENTO DINÁMICO DEL PRIMER MODAL PARA EL SISTEMA DE MAMPOSTERÍA CONFINADA**



Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng; SAP 2000

En el modo 2 se observa un porcentaje de participación de masa del 73% en el eje “Y”, tal como se indica en la figura 2.3.

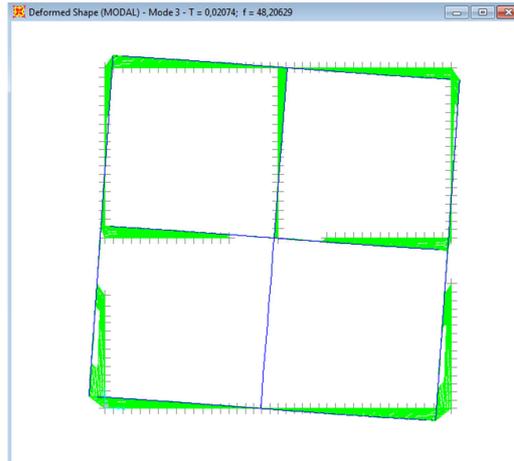
#### FIGURA 2.4. MOVIMIENTO DINÁMICO DEL PRIMER MODAL PARA EL SISTEMA DE MAMPOSTERÍA CONFINADA



Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng; SAP 2000

En el modo 3 se observa un porcentaje de participación de masa del 60% de rotación alrededor del eje “Z”, tal como se indica en la figura 2.4.

#### FIGURA 2.5. MOVIMIENTO DINÁMICO DEL PRIMER MODAL PARA EL SISTEMA DE MAMPOSTERÍA CONFINADA



Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng; SAP 2000

Observando los diferentes tipos de modales más importantes, llegando a la conclusión de que el modelo tiene un comportamiento dinámico, y una configuración aceptable con respecto a las secciones y sentidos que se ha escogido con anterioridad por el MIDUVI.

**FIGURA 2.6. TABLA DE CÁLCULO CORTE BASAL SISTEMA DE FERROCEMENTO**

CARGA DE SISMO		
Z =	0.40	
I =	1.00	
C =	3.00	
T <sub>c</sub> =	0.14	
S =	1.20	
φ <sub>p</sub> =	1.00	
φ <sub>e</sub> =	1.00	
R =	5	
ZIC/(φ <sub>p</sub> φ <sub>e</sub> R) =	0.24	W
W =	16.4	
V =	3.945	T

Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

#### 2.4.1.5. Espesor mínimo de muros estructurales confinados

Para espesores mínimos se utiliza la tabla expuesta por en NSR10 tal como se observa en la figura 2.6, estos espesores mínimos nominales pueden disminuirse solo cuando se realiza el diseño completo de la edificación de acuerdo con las normas del capítulo A y D del NSR10.

## FIGURA 2.7. ESPEORES MÍNIMOS NOMINALES PARA MUROS CONFINADOS EN CASAS DE UNO Y DOS PISOS

Espeores mínimos nominales para muros estructurales en casas de uno y dos pisos (mm)

Zona de Amenaza Sísmica	Número de niveles de construcción		
	Un Piso	Dos Pisos	
		1° Nivel	2° Nivel
Alta	110	110	100
Intermedia	100	110	95
Baja	95	110	95

Nota: Para estos espeores mínimos nominales no se deben tener en cuenta los pañetes y acabados.

Fuente: NSR10

Se comparó los espeores mínimos, tomando en cuenta el código colombiano y el código ecuatoriano.

### CUADRO 2.13. COMPARACIÓN DE ESPEORES MÍNIMOS EXPUESTOS POR LOS CÓDIGO ECUATORIANO Y COLOMBIANO

Espesor Mínimo [m]		
MIDUVI	NEC	NSR
0,15	0,10	0,11

Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

En la cuadro 2.14 se observa los espeores mínimos, relacionando la vivienda del MIDUVI con los códigos colombianos y ecuatorianos, llegando a la conclusión que la vivienda cumple con los requerimientos mínimos de espesor.

#### 2.4.1.6. Longitud mínima de muros confinados

La longitud de muros confinados requerida en cada una de las direcciones principales de la edificación, en metros, no puede ser menor que la que se obtiene por medio de la ecuación 2.4.1, desarrollada por el código NEC 2011.

$$L_{min} = \frac{M_o * A_p}{t} \quad (2.4.1)$$

Dónde:

$L_{min}$  longitud mínima de muros estructurales en cada dirección (m)

$M_o$  coeficiente que se lee en la figura 2.22 (tabla E.3.6-1 (NSR) )

$t$  espesor efectivo de muros estructurales en el nivel considerado (mm)

$A_p$  se considera en m<sup>2</sup> como sigue:

(a) Igual al área de la cubierta en construcciones de un piso con cubierta en losa de concreto.

(b) Igual al área de cubierta para muros del segundo nivel en construcciones de dos pisos, cuando la cubierta es una losa de concreto.

(c) Igual al área de cubierta más el área de entrepiso para muros de primer nivel en construcciones de dos pisos con cubierta consistente en una losa de concreto.

(d) Cuando se emplee una cubierta liviana, los valores del área determinados para cubiertas de losa de concreto según (a), (b), o (c), pueden multiplicarse por 2/3.

### FIGURA 2.8. COEFICIENTE $M_0$ PARA LONGITUD MÍNIMA DE MUROS ESTRUCTURALES

Coeficiente  $M_0$  para longitud mínima de muros estructurales confinados \*

Zona de Amenaza Sísmica	Valores $A_a$	Valores $M_0$
Alta	0.40	33.0
	0.35	30.0
	0.30	25.0
	0.25	21.0
Intermedia	0.20	17.0
	0.15	13.0
Baja	0.10	8.0
	0.05	4.0

(\*) Los valores de  $A_a$  dependen de la zona sísmica en donde se construye el proyecto. Para ello consultar el mapa de la figura A.2.3.2 y la tabla A.2.3-2.

Fuente: NSR10

### CUADRO 2.14. COMPROBACIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE PAREDES

Longitud Mínima de muros confinados	
ÁREA DE PISO "Ap" =	24 m <sup>2</sup>
$M_0$ =	33
Espesor efectivo "t"	150 mm
Lmin=	5,3 m

Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

Asumiendo que el proyecto se encuentra en una zona sísmica  $A_a$  igual a 0.4 alta, se toma un  $M_0$  de 33 y se observa en el cuadro 2.16 los resultados generados.

### CUADRO 2.15. COMPROBACIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE PAREDES

Longitud Mínima de muros confinados				
DIRECCION	EJES	LONGITUD	Σ LONGITUD	COMPROBACIÓN
EJE Y	EJE 1	6	18	OK
	EJE2	6		
	EJE 3	6		
EJE X	EJE A	6	15,07	OK
	EJE B	3,07		
	EJE C	6		

Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

Para efectos de contabilizar la longitud de muros confinados en cada dirección principal, sólo deben tenerse en cuenta aquellos muros que están confinados, que son continuos desde la cimentación hasta la cubierta, y que no tienen ninguna abertura entre columnas de confinamiento por lo tanto los muros P3, P6, P9, P10, P14 no entran en la comprobación de longitudes mínimas, por lo tanto las longitudes mínimas de muros, son insuficientes en su totalidad obedeciendo la Normas ecuatorianas de la construcción.

#### 2.4.1.7. Distribución simétrica de muros

Los muros deben estar distribuidos de manera aproximadamente simétrica, por lo tanto para que ésta aproximación se cumpla, se usará la ecuación 2.4.2.

$$\frac{\left[ \frac{\sum(L_{mi}b)}{\sum L_{mi}} - \frac{B}{2} \right]}{B} \leq 0.15 \quad \text{NSR E.3.6-2}$$

Dónde:

- $L_{mi}$  longitud de cada muro (en m) en la dirección  $i$ .
- $b$  la distancia perpendicular (en m) desde cada muro en la dirección  $i$ , hasta un extremo del rectángulo menor que contiene el área de la cubierta o entrepiso
- $B$  longitud del lado (en m), perpendicular a la dirección  $i$ , del rectángulo menor que contiene el área de la cubierta o entrepiso.

### CUADRO 2.16. COMPROBACIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE PAREDES

COMPROBACIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE PAREDES									
Dirección	Nombre Muro	Base "b" (m)	Altura "h" (m)	Espeso "t" (m)	"b"	"B"	L*b	Factor Mayor	COMPROBACIÓN
EJE Y	P1	3,06	3,35	0,15	5,85	6,00	17,9	0,004	OK
	P2	3,08	3,35	0,15	5,85	6,00	18,0		
	P4	3,06	3,36	0,15	2,93	6,00	9,0		
	P5	3,06	3,36	0,15	2,93	6,00	9,0		
	P7	3,08	3,35	0,15	0,15	6,00	0,5		
	P8	3,08	3,35	0,15	0,15	6,00	0,5		
EJE X	P9	3,07	2,5	0,15	5,85	6,00	18,0	0,0023	OK
	P10	3,08	2,6	0,15	5,85	6,00	18,0		
	P11	3,07	3,35	0,15	2,93	6,00	9,0		
	P12	3,07	2,6	0,15	0,15	6,00	0,5		
	P13	3,08	2,6	0,15	0,15	6,00	0,5		

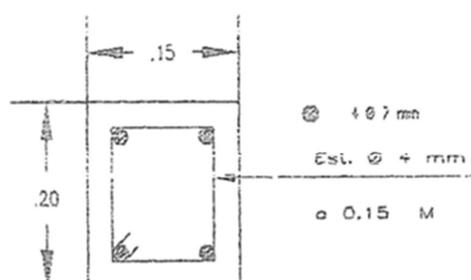
Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

En el caso del planteamiento de distribución de muros confinados por el MIDUVI se observa que cumplen con los parámetros propuestos por el código ya que el factor resultante debe ser menor 0.15, en el caso que no se cumplan los requisitos expresados, deberá aumentarse la longitud total de muros en cada dirección, en cada nivel, a menos que se demuestre, por medio de un procedimiento de análisis estructural.

#### 2.4.1.8. Columnas de confinamiento

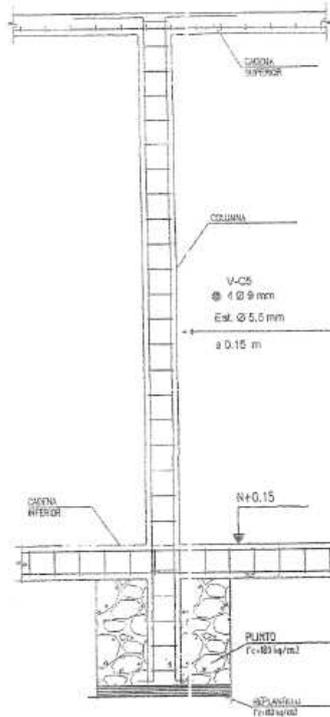
En general, las columnas de confinamiento se construyen en concreto reforzado, las cuales deben anclarse a la cimentación, pudiendo utilizarse empalmes por traslape en la base de la columna, y deben rematarse anclando el refuerzo en la viga de amarre superior.

**FIGURA 2.9. COLUMNA TIPO, VIVIENDA MIDUVI**



Elaborado: Ministerio de desarrollo Urbano y Vivienda

**FIGURA 2.10. COLUMNA TIPO, VIVIENDA MIDUVI**



Elaborado: Ministerio de desarrollo Urbano y Vivienda

#### 2.4.1.9. Dimensión mínima de la columna de confinamiento

La sección transversal de las columnas de amarre debe tener un área no inferior a 20000 mm<sup>2</sup> (200 cm<sup>2</sup>), con espesor igual al del muro que confina.

#### CUADRO 2.17. COMPROBACIÓN DE SECCIÓN DE COLUMNAS DE CONFINAMIENTO

Dirección	Nombre Muro	Característica Muro			Columna Derecha				Columna Izquierda				COMPROBACIÓN
		Longitud "L" (m)	Altura "h" (m)	Espeso "t" (m)	Longitud (m)	Sección		A <sub>COL DER</sub> (cm <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Sección		A <sub>COL IZQ</sub> (cm <sup>2</sup> )	
						Base (m)	Altura (m)			Base (m)	Altura (m)		
EJE Y	P1	3,06	3,35	0,15	2,5	0,15	0,2	300	3,35	0,15	0,2	300	CUMPLE
	P2	3,08	3,35	0,15	0,15	0,15	0,2	300	0,15	0,15	0,2	300	CUMPLE
	P3	1,55	2,6	0,15				0				0	
	P4	3,06	3,36	0,15	3,08	0,15	0,2	300	2,5	0,15	0,2	300	CUMPLE
	P5	3,06	3,36	0,15	3,35	0,15	0,2	300	2,6	0,15	0,2	300	CUMPLE
	P6	1,55	2,8	0,15				0				0	
	P7	3,08	3,35	0,15	2,5	0,15	0,2	300	3,35	0,15	0,2	300	CUMPLE
	P8	3,08	3,35	0,15	3,35	0,15	0,2	300	2,5	0,15	0,2	300	CUMPLE
EJE X	P9	3,07	2,5	0,15	2,5	0,15	0,2	300	2,5	0,15	0,2	300	CUMPLE
	P10	3,08	2,6	0,15	2,5	0,15	0,2	300	2,5	0,15	0,2	300	CUMPLE
	P11	3,07	3,35	0,15	3,35	0,15	0,2	300	3,35	0,15	0,2	300	CUMPLE
	P12	3,07	2,6	0,15	2,6	0,15	0,2	300	2,6	0,15	0,2	300	CUMPLE
	P13	3,08	2,6	0,15	2,6	0,15	0,2	300	2,6	0,15	0,2	300	CUMPLE
	P14	2,37	2,25	0,15									

Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

#### 2.4.1.10. Ubicación de la columna de confinamiento

Debe colocarse columnas de amarre en los extremos de los muros estructurales seleccionados, en las intersecciones con otros muros estructurales y en lugares intermedios a distancias no mayores de 35 veces el espesor efectivo del muro, 1.5 veces la distancia vertical entre elementos horizontales de confinamiento o 4 m.

#### 2.4.1.11. Refuerzo mínimo de la columna de confinamiento

El refuerzo mínimo de la columna de confinamiento debe ser el siguiente:

- **Refuerzo longitudinal.**- No debe ser menor de 4 barras N° 3 (3/8") o 10M (10 mm) o 3 barras N° 4 (1/2") o 12M (12 mm).
- **Refuerzo transversal.**- Debe utilizarse refuerzo transversal consistente en estribos cerrados mínimo de diámetro N° 2 (1/4") o 6M (6 mm), espaciados a 200 mm. Los primeros seis estribos se deben espaciar a 100 mm en las zonas adyacentes a los elementos horizontales de amarre.

### CUADRO 2.18. COMPROBACIÓN DE REFUERZO DE LA SECCIÓN DE LA COLUMNA DE CONFINAMIENTO

REFUERZO LONGITUDINAL DE LA COLUMNA DE CONFINAMIENTO									
Refuerzo real (MIDUVI)		Refuerzo mínimo (NEC)			Refuerzo mínimo (NSR)				
Refuerzo	As [cm <sup>2</sup> ]	As min [cm <sup>2</sup> ]	Chequeo	Refuerzo	As [cm <sup>2</sup> ]	Chequeo			
4 φ 9 mm	2.54	2.25	OK	4 φ 10 mm	3.14	INSUFICIENTE			

REFUERZO TRANSVERSAL DE LA COLUMNA DE CONFINAMIENTO							
Refuerzo real (MIDUVI)		Refuerzo mínimo (NEC)			Refuerzo mínimo (NSR)		
Refuerzo	As [cm <sup>2</sup> ]	Refuerzo	As min [cm <sup>2</sup> ]	Chequeo	Refuerzo	As [cm <sup>2</sup> ]	Chequeo
Estφ5,5mm@15 cm	0.48	Estφ6mm@20cm	0.57	INSUFICIENTE	Estφ6mm@20cm	0.57	INSUFICIENTE

ESPACIAMIENTO DE LA COLUMNA DE CONFINAMIENTO									
Espaciamiento real (MIDUVI)		Espaciamiento mínimo (NEC)				Espaciamiento mínimo (NSR)			
S <sub>borde</sub> [cm]	S <sub>central</sub> [cm]	S <sub>borde</sub> [cm]	Chequeo	S <sub>central</sub> [cm]	Chequeo	S <sub>borde</sub> [cm]	Chequeo	S <sub>central</sub> [cm]	Chequeo
15	15	10	INSUFICIENTE	20	OK	10	INSUFICIENTE	20	OK

Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

#### 2.4.1.12. Flexo-compresión Muro confinado

Para la revisión de la flexo compresión de la sección del muro P-8 se utilizaron los momentos máximos y fuerzas axiales máximas, solicitadas por la estructura.

## CUADRO 2.19. REACCIONES MÁXIMAS RESULTANTES DEL CÁLCULO ESTRUCTURAL

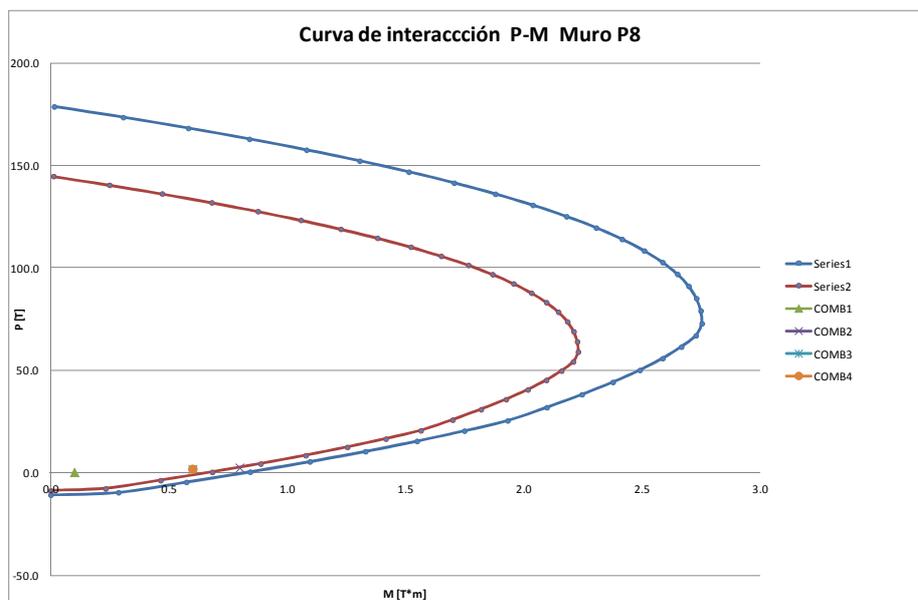
SOLICITACIONES MÁXIMAS			
	FMax	MMax	VMax
	TF	TFM	TFM
COMB1	0.561	0.000	0.004
COMB2	0.421	0.009	0.086
COMB3	0.421	0.004	0.086
COMB4	0.521	0.000	0.004

Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

La curva de interacción, describe el comportamiento de secciones específicas del muro de hormigón, en el cual sobre el eje vertical, se dibujan las cargas axiales resistentes, y sobre el eje horizontal, se representa los correspondientes momentos flectores resistentes.

Existe un aspecto adicional que debe ser considerado para transformar las curvas de interacción nominales en curvas de interacción para diseño de muros, este es el factor de reducción de capacidad, que para compresión pura es de 0.70 y para flexión pura es de 0.90, lo que determina la existencia de una transición entre los dos factores para el caso combinado de flexo-compresión.

**FIGURA 2.11. CURVA DE INTERACCIÓN PARA EL P-8**



Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

**CUADRO 2.20. TABLA DE VALORES CORRESPONDIENTES A LA CURVA DE INTERACCIÓN DEL MURO P8**

Cc	Fuerzas (T)	Momentos (Tcm)	$\phi$	$\phi$ *Fuerzas (T)	$\phi$ *Momentos (Tcm)
1.00	0.00	-10.69	0.90	-9.62	0.00
1.38	0.29	-9.46	0.90	-8.52	0.26
2.00	0.57	-4.46	0.90	-4.01	0.52
2.62	0.84	0.54	0.90	0.49	0.76
3.24	1.10	5.54	0.86	4.99	0.99
3.86	1.33	10.55	0.82	9.49	1.20
4.48	1.55	15.55	0.78	13.99	1.39
5.10	1.75	20.55	0.74	18.49	1.57
5.72	1.93	25.55	0.70	23.00	1.74
6.34	2.10	32.00	0.70	28.80	1.89
6.96	2.25	38.29	0.70	34.46	2.02
7.58	2.38	44.33	0.70	39.90	2.14
8.20	2.49	50.18	0.70	45.16	2.24
8.82	2.59	55.90	0.70	50.31	2.33
9.44	2.67	61.51	0.70	55.35	2.40
10.06	2.73	67.03	0.70	60.32	2.46
10.68	2.75	72.95	0.70	65.66	2.48
11.30	2.75	79.15	0.70	71.23	2.47
11.92	2.73	85.20	0.70	76.68	2.46
12.54	2.70	91.14	0.70	82.02	2.43
13.16	2.65	96.98	0.70	87.28	2.39
13.78	2.59	102.74	0.70	92.46	2.33
14.40	2.51	108.42	0.70	97.58	2.26
15.02	2.42	114.05	0.70	102.64	2.18
15.64	2.31	119.62	0.70	107.66	2.08
16.26	2.18	125.15	0.70	112.63	1.96
16.88	2.04	130.63	0.70	117.57	1.84
17.50	1.88	136.08	0.70	122.47	1.69
18.12	1.71	141.49	0.70	127.34	1.54
18.74	1.51	146.88	0.70	132.19	1.36
19.36	1.31	152.23	0.70	137.01	1.18
19.98	1.08	157.57	0.70	141.81	0.97
20.60	0.84	162.88	0.70	146.59	0.76
21.22	0.58	168.18	0.70	151.36	0.52
21.84	0.31	173.45	0.70	156.11	0.28

Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

**CUADRO 2.21. TABLA DE SOLICITACIONES Y CAPACIDADES**

Comparación de Solicitaciones y Capacidades de la sección					
	Capacidad		Solicitud		
	Mn* $\Phi$	Pn* $\Phi$	Mu	Pu	
MURO P11	0.76	0.56	0.009	0.561	ok

Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

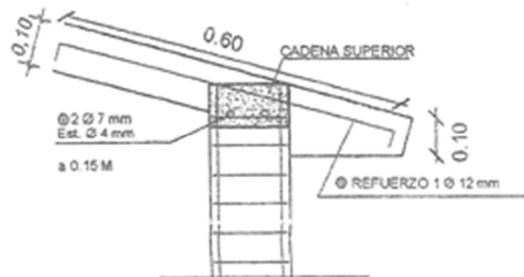
Se observa que la capacidad de la columna es mayor que la solicitud, concluyendo el muro seleccionado por el MIDUVI cumple con los parámetros de la flexo compresión.

#### 2.4.1.13. Chequeo Vigas de confinamiento

Las vigas de confinamiento se construyen en concreto reforzado. El refuerzo de las vigas de confinamiento debe anclarse en los extremos terminales con ganchos

de 90°. Las vigas de amarre se vacían directamente sobre los muros estructurales que confinan.

**FIGURA 2.12. DETALLE VIGA COLUMNA**



Elaborado por el MIDUVI

#### 2.4.1.14. Dimensión mínima de la viga de confinamiento

El ancho mínimo de las vigas de amarre debe ser igual al espesor del muro, con un área transversal mínima de 20 000 mm<sup>2</sup> (200 cm<sup>2</sup>).

**CUADRO 2.22. COMPROBACIÓN DE SECCIÓN DE VIGAS DE CONFINAMIENTO**

Nombre Muro	Característica Muro			VIGA DE CONFINAMIENTO				COMPROBACIÓN
	Longitud "L" (m)	Altura "h" (m)	Espeso "t" (m)	Longitud (m)	Sección		A <sub>COLDER</sub> (cm <sup>2</sup> )	
					Base (m)	Largo (m)		
P1	3.06	3.35	0.15	2.95	0.15	0.1	150	INSUFICIENTE
P2	3.08	3.35	0.15	2.95	0.15	0.1	150	INSUFICIENTE
P3	1.55	2.6	0.15	0	0	0	0	
P4	3.06	3.36	0.15	2.95	0.15	0.1	150	INSUFICIENTE
P5	3.06	3.36	0.15	2.95	0.15	0.1	150	INSUFICIENTE
P6	1.55	2.8	0.15	0	0	0	0	INSUFICIENTE
P7	3.08	3.35	0.15	2.95	0.15	0.1	150	INSUFICIENTE
P8	3.08	3.35	0.15	2.95	0.15	0.1	150	INSUFICIENTE
P9	3.07	2.5	0.15	3.07	0.15	0.1	150	INSUFICIENTE
P10	3.08	2.6	0.15	3.08	0.15	0.1	150	INSUFICIENTE
P11	3.07	3.35	0.15	2.75	0.15	0.1	150	INSUFICIENTE
P12	3.07	2.6	0.15	2.75	0.15	0.1	150	INSUFICIENTE
P13	3.08	2.6	0.15	2.75	0.15	0.1	150	INSUFICIENTE
P14	2.37	2.25	0.15	0	0	0	0	INSUFICIENTE

Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

#### 2.4.1.15. Ubicación de la viga de confinamiento

Deben disponerse vigas de amarre formando anillos cerrados en un plano horizontal, entrelazando los muros estructurales en las dos direcciones principales para conformar diafragmas con ayuda del entrepiso o la cubierta. Deben ubicarse amarres en los siguientes sitios:

- **A nivel de cimentación.-** El sistema de cimentación constituye el primer nivel de amarre horizontal.
- **A nivel del sistema de entrepiso en casas de dos niveles.-** Las vigas de amarre pueden ir embebidas en la losa de entrepiso. En caso de utilizarse una losa maciza de espesor superior o igual a 75 mm, se puede prescindir de las vigas de amarre en la zona ocupada por este tipo de losa, colocando el refuerzo requerido para la viga dentro de la losa.
- **A nivel del enrase de cubierta.-** Se presentan dos opciones para la ubicación de las vigas de amarre y la configuración del diafragma.
- Vigas horizontales a nivel de dinteles más cintas de amarre como remate de las culatas.
- Vigas de amarre horizontales en los muros sin culatas combinadas con vigas de amarre inclinadas, configurando los remates de las culatas. En este caso, se debe verificar, la necesidad o no de amarre a nivel de dinteles.

#### 2.4.1.16. Refuerzo mínimo de la viga de confinamiento

Según las normas del NEC11 y NSR10, el refuerzo mínimo de las vigas de amarre debe ser el siguiente:

- **Refuerzo longitudinal** El refuerzo longitudinal de las vigas de amarre se debe disponer de manera simétrica respecto a los ejes de la sección, mínimo en dos filas. El refuerzo longitudinal no debe ser inferior a 4 barras N° 3 (3/8") o 10M (10 mm), dispuestos en rectángulo para anchos de viga superior o igual a 110 mm. Para anchos inferiores a 110 mm, y en los casos en que el entrepiso sea una losa maciza, el refuerzo mínimo debe ser dos barras N° 4 (1/2") o 12M (12 mm) con límite de fluencia,  $f_y$  no inferior a 420 MPa.

- **Refuerzo transversal** Considerando como luz el espacio comprendido entre columnas de amarre ubicadas en el eje de la viga, o entre muros estructurales transversales al eje de la viga, se deben utilizar estribos de barra N° 2 (1/4") o 6M (6 mm), espaciados a 100 mm en los primeros 500 mm de cada extremo de la luz y espaciados a 200 mm en el resto de la luz.

### CUADRO 2.23. COMPROBACIÓN DE REFUERZO DE LA SECCIÓN VIGA DE CONFINAMIENTO

REFUERZO LONGITUDINAL DE LA VIGA DE CONFINAMIENTO						
Refuerzo real (MIDUVI)		Refuerzo mínimo (NEC)		Refuerzo mínimo (NSR)		
Refuerzo	As [cm <sup>2</sup> ]	As min [cm <sup>2</sup> ]	Chequeo	Refuerzo	As [cm <sup>2</sup> ]	Chequeo
2 φ 7 mm	0.77	1.13	INSUFICIENTE	4 φ 10 mm	3.14	INSUFICIENTE

REFUERZO TRANSVERSAL DE LA VIGA DE CONFINAMIENTO							
Refuerzo real (MIDUVI)		Refuerzo mínimo (NEC)			Refuerzo mínimo (NSR)		
Refuerzo	As [cm <sup>2</sup> ]	Refuerzo	As [cm <sup>2</sup> ]	Chequeo	Refuerzo	As [cm <sup>2</sup> ]	Chequeo
Estφ4mm@15 cm	0.13	Estφ6mm@20cm	0.57	INSUFICIENTE	Estφ6mm@20cm	0.57	INSUFICIENTE

ESPACIAMIENTO DEL REFUERZO TRANSVERSAL PARA LA VIGA DE CONFINAMIENTO									
Espaciamento real (MIDUVI)		Espaciamento mínimo (NEC)				Espaciamento mínimo (NSR)			
S <sub>borde</sub> [cm]	S <sub>central</sub> [cm]	S <sub>borde</sub> [cm]	Chequeo	S <sub>central</sub> [cm]	Chequeo	S <sub>borde</sub> [cm]	Chequeo	S <sub>central</sub> [cm]	Chequeo
15	15	10	INSUFICIENTE	20	OK	10	INSUFICIENTE	20	OK

Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

#### 2.4.1.17. Verificación a cortante del muro en la dirección paralela a su plano

Para la comprobación del cortante del muro en la norma NSR10 indica que en la mampostería de muros confinados toda la fuerza cortante sobre el muro debe ser tomada por la mampostería y se supone que no hay contribución a la resistencia a cortante por parte de los elementos de confinamiento. La resistencia de diseño solicitada,  $V_u$ , debe cumplir la siguiente condición:

$$V_u \leq \phi V_n \quad \text{NSR10 (D.10.7-17)}$$

Y la resistencia normal a cortante por tracción diagonal, se obtiene de:

$$V_n = \left( \frac{1}{12} * \sqrt{f' m} + \frac{P_u}{3A_e} \right) * A_{mv} \leq \frac{1}{6} * \sqrt{f' m} * A_{mv} \quad \text{NSR10 (D.10.7-18)}$$

Donde  $P_u$  en este caso, es la carga axial mayorada que actúa simultáneamente con la máxima fuerza cortante mayorada solicitada,  $V_u$  para la cual se realiza la verificación.

**CUADRO 2.24. COMPROBACIÓN DE CORTE DEL MURO EN LA DIRECCIÓN PARALELA A SU PLANO**

Corte muro			
<b>lw</b>	290,00	cm	
<b>b</b>	3,86	cm	
<b><math>\phi</math></b>	0,60		
<b>f'm</b>	30,61	k/cm <sup>2</sup>	
<b>Ae</b>	1118,00	cm <sup>2</sup>	
<b>Amv</b>	1118,00	cm <sup>2</sup>	
<b>Pu</b>	785,40	kg	
<b>Vu</b>	120,40	kg	
<b>Vn</b>	777,28	≤	1030,95
<b><math>\phi</math> Vn</b>	466,37	kg	OK

Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

En las especificaciones técnicas proveídas por el MIDUVI indica el uso de bloque de resistencias no menores a 10 kg/cm<sup>2</sup>, por lo cual se comprueba con esta resistencia en el cuadro 2.26.

**CUADRO 2.25. COMPROBACIÓN DE CORTE DEL MURO EN LA DIRECCIÓN PARALELA A SU PLANO**

Corte muro			
<b>lw</b>	290,00	cm	
<b>b</b>	3,86	cm	
<b><math>\phi</math></b>	0,60		
<b>f'm</b>	10,00	k/cm <sup>2</sup>	
<b>Ae</b>	1118,00	cm <sup>2</sup>	
<b>Amv</b>	1118,00	cm <sup>2</sup>	
<b>Pu</b>	785,40	kg	
<b>Vu</b>	120,40	kg	
<b>Vn</b>	556,42	≤	589,24
<b><math>\phi</math> Vn</b>	333,85	kg	OK

Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

**2.4.1.18. Verificación a cortante en los elementos de confinamiento del muro**

Los elementos de confinamiento reciben las fuerzas en la esquina de intersección entre vigas y columnas de confinamiento, por lo tanto hay necesidad de verificar

que están en capacidad de resistir como fuerza cortante aplicada, transversal al eje longitudinal del elemento de confinamiento.

La fuerza cortante actuante,  $V_{uc}$  sobre la columna de confinamiento es:

$$V_{uc} = \frac{l_c}{2 * l_w} * V_u \quad \text{NSR10 (D.10.7-21)}$$

y la fuerza cortante actuante,  $V_{uc}$ , sobre la viga de confinamiento es:

$$V_{uc} = \frac{h_c}{2 * l_w} * V_u \quad \text{NSR10 (D.10.7-22)}$$

En ambos casos debe cumplirse que:

$$V_{uc} \leq \phi V_{nc} \quad \text{NSR10 (D.10.7-23)}$$

### CUADRO 2.26. VERIFICACIÓN DE CORTE DE COLUMNA DE CONFINAMIENTO

Verificacion corte de columna de confinamiento		
<b>lc</b>	307,50	cm
<b>lw</b>	290,00	cm
<b>φ</b>	0,60	
<b>Vu</b>	882,00	kg
<b>Vuc</b>	467,61	kg
<b>Vcc</b>	1728,10	kg
<b>Vsc</b>	1995,70	kg
<b>Vnc</b>	3723,79	kg
<b>φ Vnc</b>	2234,28	≥ Vuc OK

Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

### CUADRO 2.27. VERIFICACIÓN DE CORTE DE LA VIGA DE CONFINAMIENTO

Verificacion corte de la viga de confinamiento		
<b>hp</b>	315,00	cm
<b>lw</b>	290,00	cm
<b>φ</b>	0,60	
<b>Vu</b>	882,00	kg
<b>Vuc</b>	479,02	kg
<b>Vcv</b>	979,25	kg
<b>Vsv</b>	1130,89	kg
<b>Vnc</b>	2110,15	kg
<b>φ Vnc</b>	1266,09	≥ Vuc OK

Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

#### 2.4.1.19. Verificación acero longitudinal de la viga de confinamiento

La componente horizontal que actúa en la diagonal del muro debe ser resistido como fuerza de tracción en la viga de confinamiento. Esta fuerza de tracción es igual a la fuerza cortante que lleva el paño de muro. Por lo tanto:

$$P_{ut} = -\frac{l_c}{l_w} * V_u \quad \text{NSR10 (D.10.7-24)}$$

La fuerza axial de tracción sobre la viga de confinamiento debe ser resistida en su totalidad por el acero de refuerzo longitudinal de la viga:

$$-P_{ut} \leq -\phi P_{nt} \quad \text{NSR10 (D.10.7-25)}$$

Donde  $P_{nt}$ , se obtiene por medio de la ecuación D.10.7-2.

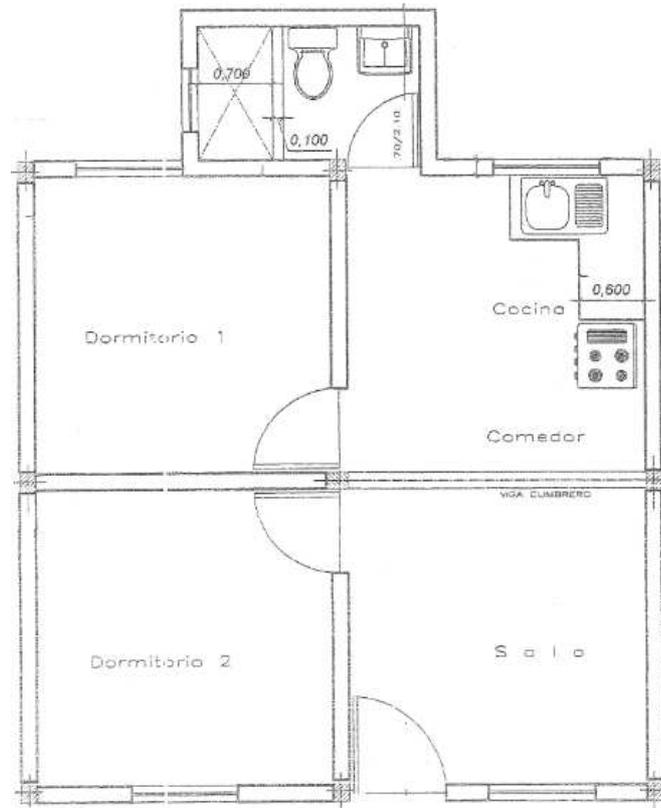
$$P_{nt} = -f_y * A_{st} \quad \text{NSR10 (D.10.7-2)}$$

#### CUADRO 2.28. VERIFICACIÓN DEL ACERO LONGITUDINAL DE LA VIGA DE CONFINAMIENTO

Acero longitudinal de la viga de confinamiento		
<b>lc</b>	307,50	cm
<b>lw</b>	290,00	cm
<b>Vu</b>	882,00	kg
<b>Ast</b>	0,77	cm <sup>2</sup>
<b>φ</b>	0,60	
<b>Put</b>	-935,22	kg
<b>Pnt</b>	-3232,70	kg
<b>φPnt</b>	1939,62	≥ -Put OK

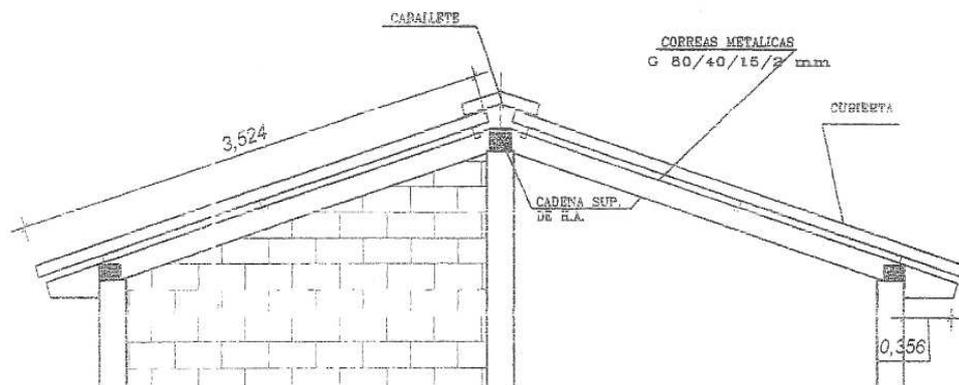
Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

**2.4.2 EVALUACIÓN DESARROLLADO COMO UN SISTEMA APORTICADO**  
**FIGURA 2.13. PLANO ARQUITECTÓNICO DE LA VIVIENDA MIDUVI**



Elaborado: Ministerio de desarrollo Urbano y Vivienda

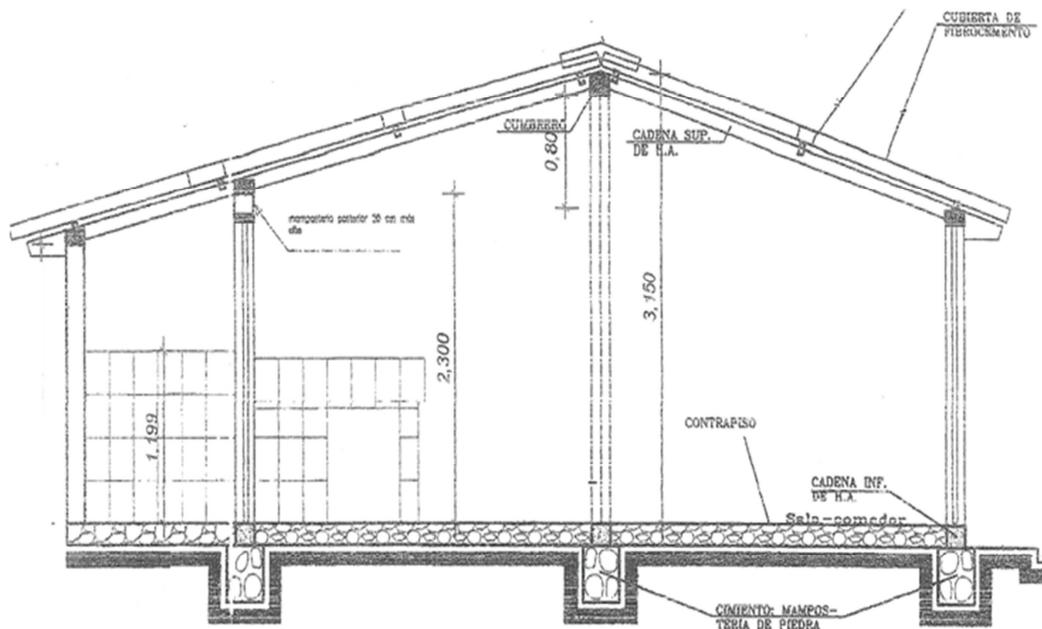
**FIGURA 2.14. PLANO ELEVACIÓN FRONTAL DE LA VIVIENDA MIDUVI**



Elaborado: Ministerio de desarrollo Urbano y Vivienda

En las figuras 2.12 y 2.13 se observa la utilización de un sistema a porticado, utilizando pórticos con vigas inclinadas en el corte de la figura 2.29, con una cubierta de perfil metálico

**FIGURA 2.15. PLANO ELEVACIÓN FRONTAL DE LA VIVIENDA MIDUVI**



Elaborado: Ministerio de desarrollo Urbano y Vivienda

#### 2.4.2.1 Arquitectura del Proyecto

La arquitectura del proyecto como se observa en la figura 2.14, tiene una buena distribución del espacio contribuyendo al ahorro de costos.

#### 2.4.2.2 Estructura

El análisis y chequeo de todos los elementos estructurales de la vivienda MIDUVI, se basan según la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2011),

### 2.4.2.3 Carga Viva

**CUADRO 2.29. TABLA CARGAS VIVAS**

Carga Viva		
Ocupación	Carga uniforme KN/m <sup>2</sup>	Carga uniforme 1T/m <sup>2</sup>
Residencias	2	0.204
Cubiertas	1	0.102

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

### 2.4.2.4 Carga Muerta

Para el chequeo de los elementos estructurales se utilizara una carga muerta aproximada.

**CUADRO 2.30. RESUMEN DE CARGA MUERTA**

CARGAS USADAS PARA LA CARGA MUERTA	
Peso mamposteria bloque 15x20x40	6.6 T
Peso de Mortero de Enlucido	1.4 T
Peso Mortero de Unión	4.78 T
Peso Columnas Tipo 1	0.91 T
Peso Columnas Tipo 2	0.68 T
Peso Viga Tipo 1	1.05 T
Peso Viga Tipo 2 inclinada	0.42 T
Peso ETERNIT	0.4 T
Peso Correas	0.1 T
total	16.4 T

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

### 2.4.2.5 Carga de Sismo

$$V = \frac{Z * I * C}{R * \phi_p * \phi_e} * W \quad (3.4)$$

$$Z = 0.4 \text{ Guayllabamba, Pichincha se ubica en la zona 4.}$$

$$\circ I = 1.0 \text{ Otras Estructuras}$$

$$\circ Ct = 0.08$$

$$\circ hn = 3.15 \text{ m}$$

$$T = Ct * hn^{3/4} \quad (3.5)$$

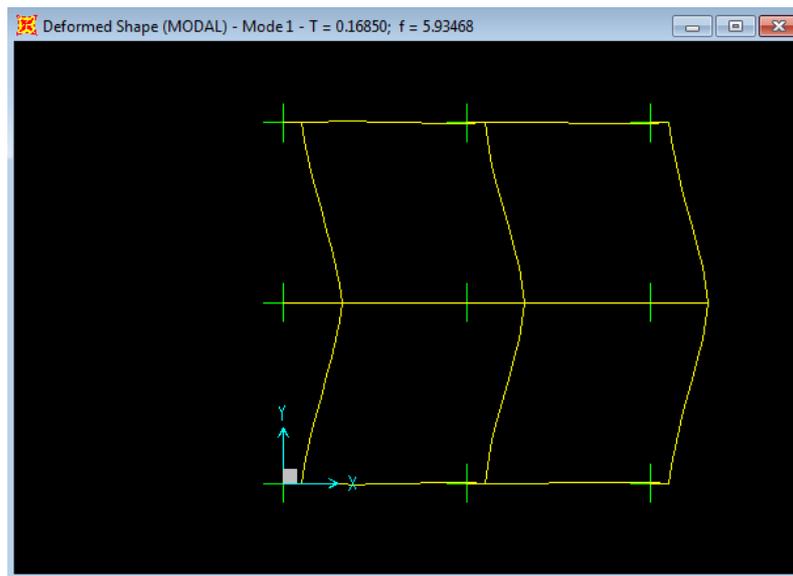
- $T = 0.08 * 3.15^{3/4}$
- $T = 0.189$
- $S = 1.2$  S2: Suelos intermedios,  $C_m = 3.0$
- $C = \frac{1.25 * S^S}{T}$  (3.6)
- $C = \frac{1.25 * 1.2^{1.2}}{0.189}$
- $C = 8.22$
- $0.50 < C < C_m$
- $\therefore C > C_m, \text{ entonces } C = 3.0$
- $R = 8$  "Sistemas de pórticos espaciales sismo-resistentes de hormigón armado con vigas banda (CEC 2002)"
- $\phi_p = 1$
- $\phi_e = 1$
- $V = \frac{0.4 * 1.0 * 3.0}{8.0 * 1.0 * 1.0} * W$
- $V = 15\% W$

**CUADRO 2.31. TABLA DE PORCENTAJES DE PARTICIPACIÓN DE MASAS EN LA ESTRUCTURA DEL MIDUVI**

PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN DE MASAS DE LA VIVIENDA MIDUVI							
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	RZ	SumRZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0,168501	76,6%	0,0%	23,7%	23,7%
MODAL	Mode	2	0,117645	0,0%	98,1%	30,9%	54,7%
MODAL	Mode	3	0,10644	0,0%	0,0%	37,1%	91,8%
MODAL	Mode	4	0,09077	0,0%	0,0%	0,3%	92,1%
MODAL	Mode	5	0,087556	23,4%	0,0%	7,3%	99,4%
MODAL	Mode	6	0,083197	0,0%	1,9%	0,6%	100,0%
MODAL	Mode	7	0,011159	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
MODAL	Mode	8	0,009933	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
MODAL	Mode	9	0,009925	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
MODAL	Mode	10	0,009917	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
MODAL	Mode	11	0,008117	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
MODAL	Mode	12	0,008114	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

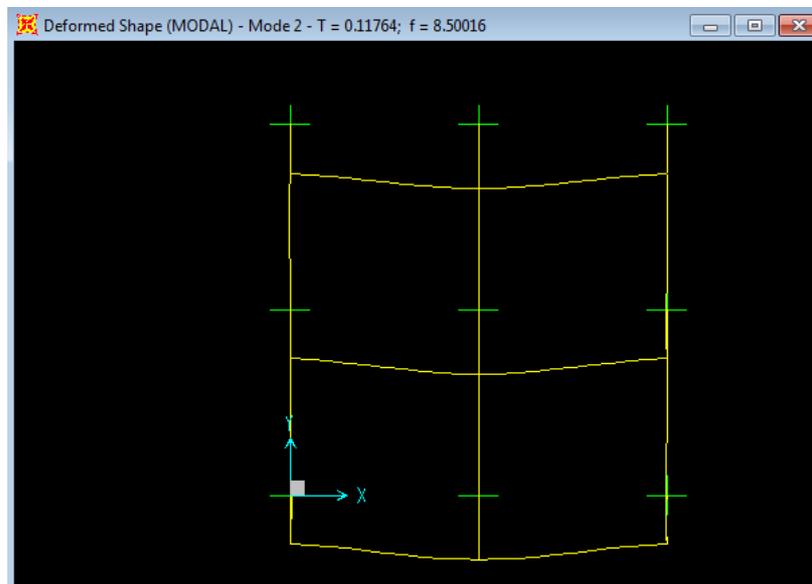
Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

Se colocó impresiones de los 3 primeros modelos Modal1. Modal 2y Modal 3, donde se observa en la tabla que el comportamiento es de traslación en los 2 primeros modos y rotación en el tercero.

**FIGURA 2.16. COMPORTAMIENTO MODAL 1, VIVIENDA MIDUVI**

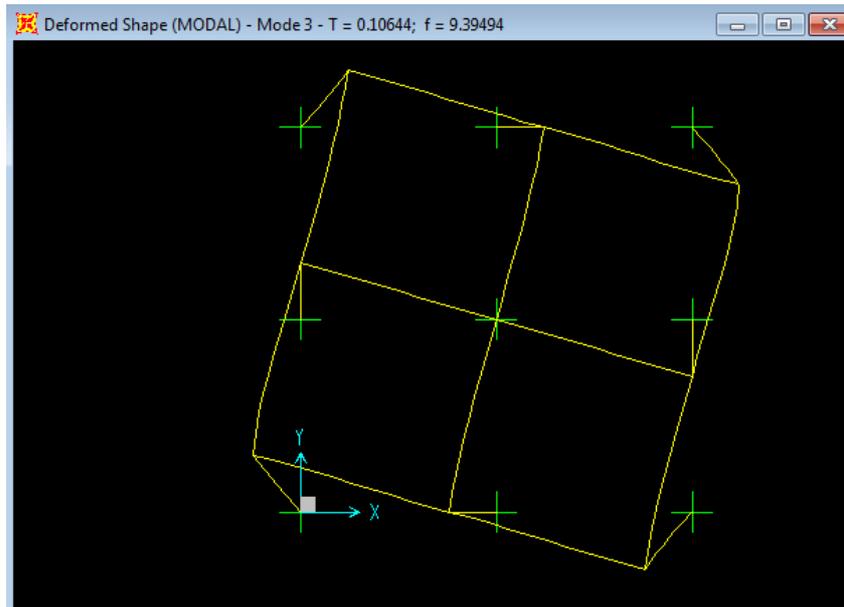
Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

El Movimiento se observa que se efectúa en el sentido x.

**FIGURA 2.17. COMPORTAMIENTO MODAL 2, VIVIENDA MIDUVI**

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

El Movimiento se observa que se efectúa en el sentido y.

**FIGURA 2.18. COMPORTAMIENTO MODAL 3, VIVIENDA MIDUVI**

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

El Movimiento se observa que se efectúa en forma rotacional alrededor del eje z, representado la mayor parte del movimiento.

Observando los diferentes tipos de modales más importantes, llegando a la conclusión de que el modelo está bien configurando, con respecto a las secciones y sentidos que se ha escogido con anterioridad.

**CUADRO 2.32. TABLA DE CÁLCULO CORTE BASAL VIVIENDA MIDUVI**

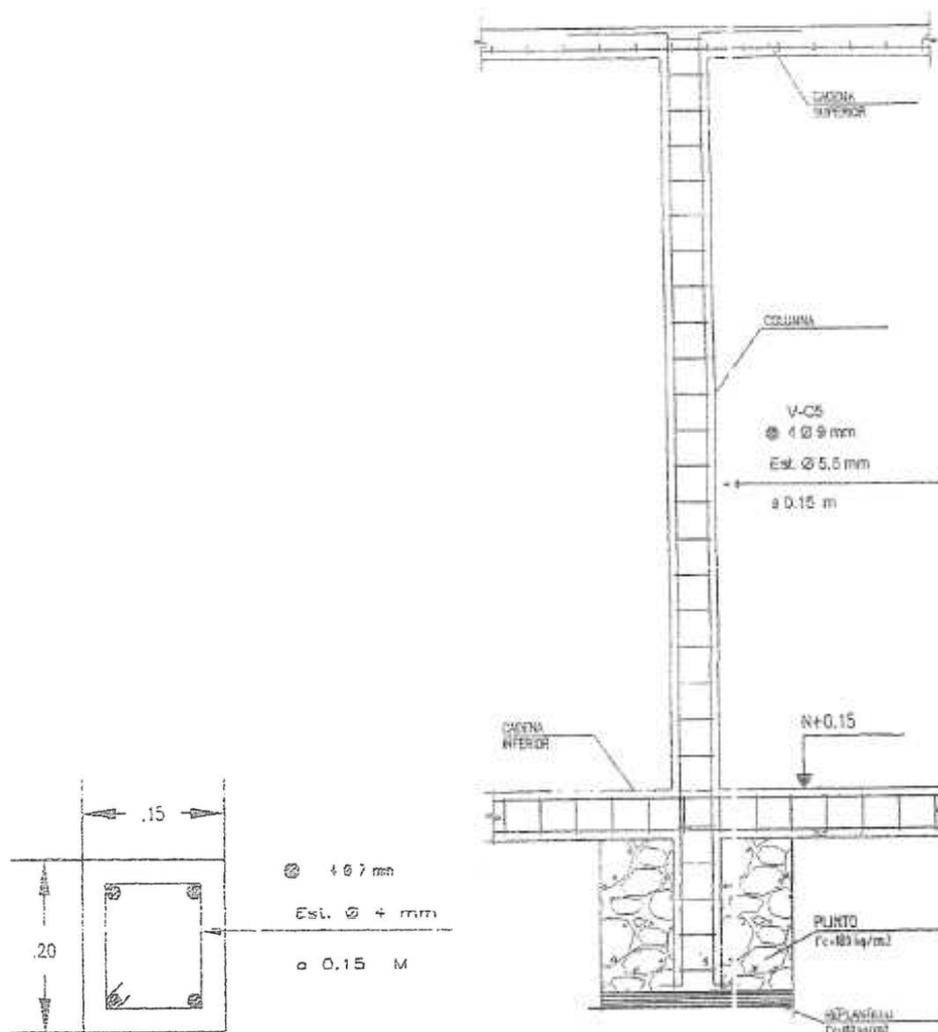
CARGA DE SISMO		
Z =	0,40	
I =	1,00	
C =	3,00	
Tc =	0,19	
S =	1,20	
$\phi_p =$	1,00	
$\phi_e =$	1,00	
R =	8	
$ZIC/(\phi_p\phi_eR) =$	0,15	W
W =	16,4	
V =	2,466	T

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

### 2.4.2.6 Chequeo de columna

La columna utilizada por la vivienda MIDUVI se observa en la figura 2.33, la cual utiliza un peralte de 15cm y una base de 20cm, con refuerzos longitudinales de  $\Phi l=9\text{mm}$  y refuerzos transversales de  $\Phi t= 5.5\text{mm}$  cada 15cm como se indica en la figura.

**FIGURA 2.19. COLUMNA TIPO, VIVIENDA MIDUVI**



Elaborado: Ministerio de desarrollo Urbano y Vivienda

Para el cheque de la sección de la columna utilizada se utiliza el NEC 2011 con la siguiente tabla de la figura 2.18 el cual menciona los requisitos mínimos en función del número de pisos de la vivienda en pórticos y losas.

**FIGURA 2.20. REQUISITOS MÍNIMOS EN FUNCIÓN DEL NÚMERO DE PISOS DE LA VIVIENDA CON PÓRTICOS DE HORMIGÓN Y LOSAS**

Número de pisos de la vivienda	Elemento	Luz máxima (m)	altura total de entrepiso máxima (m)	Sección mínima base x altura (cm x cm)	Cuantía Longitudinal Mínima de acero laminado en caliente	Refuerzo de acero laminado Transversal Mínimo (estribos)
1	Columnas	4.0	2.50	20x20(a)	1%	Ø8 mm @ 10 cm
	Vigas			15x20(b)	14/fy sup. 14/fy inf.	Ø8 mm @ 5 en L/4 (extremos) y 10 cm (centro)
2	Columnas	4.0	2.50	Piso 1: 25x25 Piso 2: 20x20	1%	Ø8 mm @ 10 cm
	Vigas			20x20(b)	14/fy sup. 14/fy inf.	Ø8 mm @ 5 en L/4 (extremos) y 10 cm (centro)

(a) La orientación en planta de las columnas será 40% mínimo en cada dirección ortogonal.  
(b) La dimensión se refiere a vigas banda.

Elaborado: Capítulo 10 NEC 2011 pág. 14

Según el código NEC2011 la sección mínima en columnas de una vivienda de 1 piso con luces máxima de 4 metros, es una sección de 20x20cm, la cual cumple con la columna base del proyecto Pinguilla Guayllabamba.

**CUADRO 2.33. REACCIONES MÁXIMAS RESULTANTES DEL CÁLCULO ESTRUCTURAL**

Sección vivienda MIDUVI		
Sección		Codigo NEC 2011
base	Altura	
20	20	OK

Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

#### 2.4.2.7 Chequeo Flexo compresión de la columna

Para la revisión de la flexo compresión de la sección de 20x20 se utilizaron los momentos máximos y fuerzas axiales máximas tanto en la parte superior de la columna con en la parte inferior de la misma.

**CUADRO 2.34. REACCIONES MÁXIMAS RESULTANTES DEL CÁLCULO ESTRUCTURAL**

REACCIONES MAXIMAS					
COMBOS	P	V2	V3	M2	M3
	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m
COMB1	0.011	0.533	0.196	0.282	0.214
COMB2	0.005	0.386	0.147	0.212	0.166
COMB3	0.005	0.425	0.147	0.212	0.195
COMB4	0.009	0.400	0.221	0.239	0.160

Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

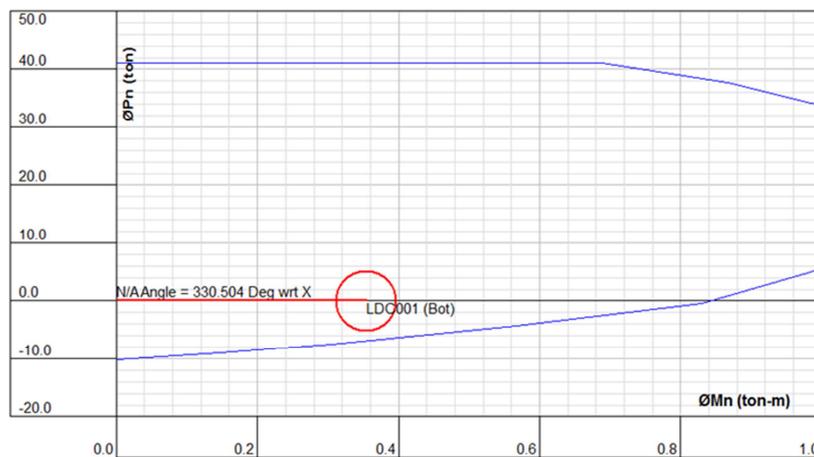
### CUADRO 2.35. DESARROLLO DE CÁLCULOS PARA LA CURVA DE INTERACCIÓN

Fuerzas (T)	Momentos (Tcm)	$\phi$	$\phi$ *Fuerzas (T)	$\phi$ *Momentos (Tcm)
0,0	0,2	0,90	0,00	0,14
1,4	0,3	0,89	1,27	0,26
2,8	0,4	0,88	2,54	0,36
4,2	0,5	0,87	3,81	0,46
5,6	0,6	0,86	5,08	0,55
7,1	0,7	0,84	6,35	0,63
8,5	0,8	0,83	7,62	0,71
9,9	0,9	0,82	8,89	0,78
11,3	0,9	0,81	10,16	0,84
12,7	1,0	0,80	11,43	0,90
14,1	1,1	0,79	12,70	0,95
15,5	1,1	0,78	13,97	1,00
16,9	1,1	0,77	15,24	1,03
18,3	1,2	0,75	16,51	1,06
19,8	1,2	0,74	17,78	1,09
21,4	1,2	0,73	19,25	1,09
23,2	1,2	0,72	20,88	1,08
25,0	1,2	0,70	22,47	1,07
26,7	1,2	0,70	24,02	1,05
28,4	1,1	0,70	25,55	1,02
30,1	1,1	0,70	27,05	0,99
31,7	1,1	0,70	28,53	0,96
33,3	1,0	0,70	29,99	0,92
34,9	1,0	0,70	31,43	0,87
36,5	0,9	0,70	32,86	0,82
38,1	0,8	0,70	34,27	0,76
39,6	0,8	0,70	35,68	0,69
41,2	0,7	0,70	37,07	0,62
42,7	0,6	0,70	38,45	0,55
44,3	0,5	0,70	39,83	0,46
45,8	0,4	0,70	41,20	0,38
47,3	0,3	0,70	42,57	0,28
48,8	0,2	0,70	43,92	0,18
50,3	0,1	0,70	45,28	0,07
51,8	0,0	0,70	46,62	-0,04

Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

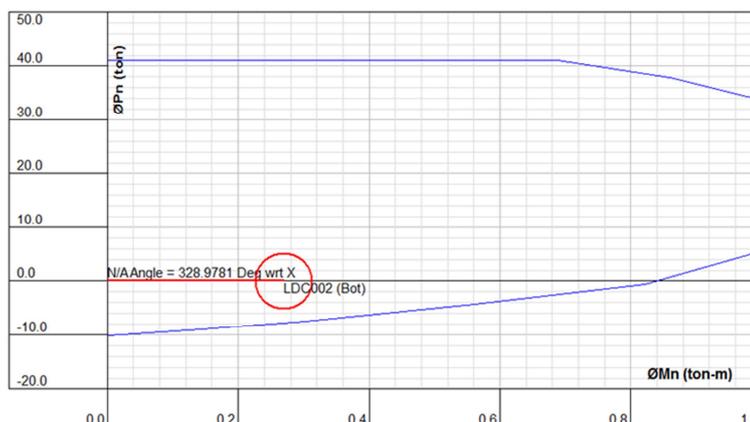
En la figura 2.35 se observa los resultados para la sección de 20x20cm, en los cuales se observa que los momentos últimos mayorados cumplen con las debidas restricciones impuestas por el código.

**FIGURA 2.21. CURVA DE INTERACCIÓN EN LA PARTE SUPERIOR DE LA COLUMNA CENTRAL**



Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

**FIGURA 2.22. CURVA DE INTERACCIÓN EN LA PARTE INFERIOR DE LA COLUMNA CENTRAL**



Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

**CUADRO 2.36. CAPACIDAD DE LA SECCIÓN DE 20X20**

Capacidad de la sección	
Pmax (T)	26.42
Mmax (Tm)	1.645

Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

*Solicitaciones ≤ Capacidades*

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} ; \phi = 0.7$$

**CUADRO 2.37. TABLA DE SOLICITACIONES Y CAPACIDADES**

Comparación de Solicitaciones y Capacidades de la sección					
	Capacidad		Solicitud		
	Mn*Φ	Pn*Φ	Mu	Pu	
Sección 20x20	0.35	0.01	0.282	0.011	ok

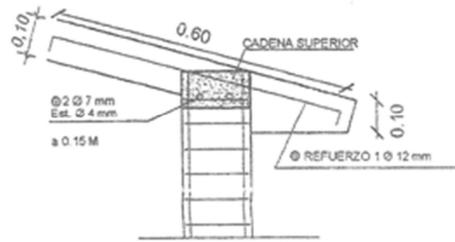
Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

Se observa que la capacidad de la columna es mayor que la sollicitación, concluyendo que la columna seleccionada por el MIDUVI cumple con las especificaciones del código.

#### 2.4.2.8 Chequeo de flexión de la Viga

Las dimensiones de la viga del proyecto son de 15x10 como se muestra en la figura 2.22; siendo estas dimensiones menores a las establecidas por el código se las considera insuficientes.

**FIGURA 2.23. DETALLE VIGA COLUMNA**



Elaborado por el MIDUVI: Ing. Edison Montalvo

Para la comprobación de la viga se toman las dimensiones mínimas establecidas por el NEC2011 capítulo 10; donde en la tabla 10.3 (mostrada en la figura 2.34) se indican las dimensiones mínimas para viviendas de 1 a 2 pisos.

**CUADRO 2.38. PROPIEDADES PARA LA COMPROBACIÓN A FLEXIÓN DE LA VIGA EXISTENTE**

Propiedades		
$f'_c$	210	kg/cm <sup>2</sup>
$f_y$	4200	kg/cm <sup>2</sup>
$\epsilon_c$	0,003	
$\epsilon_y$	0,002	
$\beta_1$	0,85	
$\phi$	0,9	

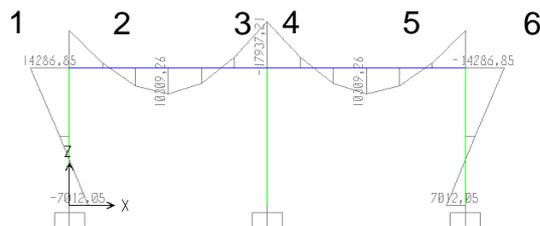
Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

**CUADRO 2.39. DIMENSIONES DE LA VIGA EXISTENTE Y CUANTÍA MÍNIMA**

Dimensiones			Minimo	
$h$	10,00	cm	$\rho_{min1}$	0,0027
$b$	15,00	cm	$\rho_{min2}$	0,0033
$d$	8,50	cm	$As_1$	0,35 cm <sup>2</sup>
$r$	1,50	cm	$As_2$	0,43 cm <sup>2</sup>
			$As$	0,43 cm <sup>2</sup>
			$T$	1785,00 kg
			$a$	0,67 cm
			$Mn$	14577,50 kg*cm
			$Mu$	13119,75 kg*cm

Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

**FIGURA 2.24. DIAGRAMA DE MOMENTOS DE LA COMBINACIÓN 1 EN EL EJE 1.**



Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng; Programa: SAP2000

**CUADRO 2.40. MOMENTOS DE LA VIGA DEL EJE 1**

MOMENTOS DE VIGA SAP2000															
SECCION	MD Kg*cm	ML Kg*cm	Mex Kg*cm	Mey Kg*cm	Combinaciones de carga									Mu superior Kg*cm	Mu inferior Kg*cm
					Mu1 Kg*cm	Mu2 Kg*cm	Mu3 Kg*cm	Mu4 Kg*cm	Mu5 Kg*cm	Mu6 Kg*cm	Mu7 Kg*cm	Mu8 Kg*cm	Mu9 Kg*cm		
1	5865,14	14267,32	2590,66	0,00	32465,64	27982,63	20715,83	24349,23	24349,23	8983,27	1573,98	5278,63	5278,63	32465,64	16232,82
2	3127,78	8236,07	0,00	0,00	18380,21	13785,16	13785,16	13785,16	13785,16	2815,00	2815,00	2815,00	2815,00	9190,11	18380,21
3	4491,04	10961,61	2635,93	0,00	24922,19	22388,54	14994,75	18691,64	18691,64	7811,32	272,56	4041,94	4041,94	24922,19	12461,10
4	4491,04	10961,60	2635,93	0,00	24922,18	22388,52	14994,74	18691,63	18691,63	7811,32	272,56	4041,94	4041,94	24922,18	12461,09
5	3127,78	8236,07	0,00	0,00	18380,21	13785,16	13785,16	13785,16	13785,16	2815,00	2815,00	2815,00	2815,00	9190,11	18380,21
6	5865,14	14267,30	2590,66	0,00	32465,61	27982,61	20715,80	24349,20	24349,20	8983,27	1573,98	5278,63	5278,63	32465,61	16232,80

Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

**CUADRO 2.41. ACERO DE REFUERZO REQUERIDO**

Acero de refuerzo							
SECCION	b cm	h cm	d cm	M superior Kg*cm	M inferior Kg*cm	As sup cm2	As inf cm2
1	15,00	10,00	8,50	32465,64	16232,82	1,13	0,48
2	15,00	10,00	8,50	9190,11	18380,21	0,28	0,61
3	15,00	10,00	8,50	24922,19	12461,10	0,84	0,37
4	15,00	10,00	8,50	24922,18	12461,09	0,84	0,37
5	15,00	10,00	8,50	9190,11	18380,21	0,28	0,61
6	15,00	10,00	8,50	32465,61	16232,80	1,13	0,48

Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

**CUADRO 2.42. ÁREA DE ACERO REAL**

Acero de refuerzo												
SECCION	POSICION	b cm	h cm	d cm	Armado real	As real cm2	As req cm2	As min cm2	T kg	a cm	Mp kg*cm	Chequeo
1	Superior	15,00	10,00	8,50	0,00	0,00	1,13	0,43	0,00	0,00	0,00	Insuficiente
	Inferior	15,00	10,00	8,50	2φ7mm	0,77	0,48	0,43	3232,70	1,21	25526,43	OK
2	Superior	15,00	10,00	8,50	0,00	0,00	0,28	0,43	0,00	0,00	0,00	Insuficiente
	Inferior	15,00	10,00	8,50	2φ7mm	0,77	0,61	0,43	3232,70	1,21	25526,43	OK
3	Superior	15,00	10,00	8,50	0,00	0,00	0,84	0,43	0,00	0,00	0,00	Insuficiente
	Inferior	15,00	10,00	8,50	2φ7mm	0,77	0,37	0,43	3232,70	1,21	25526,43	OK
4	Superior	15,00	10,00	8,50	0,00	0,00	0,84	0,43	0,00	0,00	0,00	Insuficiente
	Inferior	15,00	10,00	8,50	2φ7mm	0,77	0,37	0,43	3232,70	1,21	25526,43	OK
5	Superior	15,00	10,00	8,50	0,00	0,00	0,28	0,43	0,00	0,00	0,00	Insuficiente
	Inferior	15,00	10,00	8,50	2φ7mm	0,77	0,61	0,43	3232,70	1,21	25526,43	OK
6	Superior	15,00	10,00	8,50	0,00	0,00	1,13	0,43	0,00	0,00	0,00	Insuficiente
	Inferior	15,00	10,00	8,50	2φ7mm	0,77	0,48	0,43	3232,70	1,21	25526,43	OK

Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

El refuerzo longitudinal de las vigas es de 2 φ 7 mm como refuerzo inferior, con una cuantía  $\rho$  de 0.0064 mayor a la mínima de 14/fy o 0.0033; sin embargo no posee ningún refuerzo superior.

#### 2.4.2.9 Chequeo de corte en la viga

Se comprueba si el refuerzo a corte es suficiente y cumple con las normas según el NEC2011.

**CUADRO 2.43. CORTE DE LA VIGA DEL EJE 1**

CORTE DE VIGA SAP2000														
SECCION	VD Kg	VL Kg	Vex Kg	Vey Kg	Combinaciones de carga									Vu Kg
					Vu1 Kg	Vu2 Kg	Vu3 Kg	Vu4 Kg	Vu5 Kg	Vu6 Kg	Vu7 Kg	Vu8 Kg	Vu9 Kg	
1	104,06	227,61	17,87	0,00	532,62	424,53	374,40	399,47	399,47	119,21	68,10	93,65	93,65	532,62
3	94,67	205,00	17,87	0,00	481,04	385,84	335,72	360,78	360,78	110,76	59,65	85,20	85,20	481,04
4	94,67	205,00	17,87	0,00	481,04	385,84	335,72	360,78	360,78	110,76	59,65	85,20	85,20	481,04
6	104,60	227,61	17,87	0,00	533,38	425,10	374,97	400,03	400,03	119,69	68,59	94,14	94,14	533,38

Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

**CUADRO 2.44. TABLA DE REVISIÓN DE CORTE POR SECCIÓN**

SECCION	b cm	h cm	d cm	Vu/ $\phi$ Kg	Vc Kg	
1	15,00	10,00	8,50	626,61	979,25	Vc > Vu/ $\phi$ : Requiere refuerzo mínimo
3	15,00	10,00	8,50	565,93	979,25	Vc > Vu/ $\phi$ : Requiere refuerzo mínimo
4	15,00	10,00	8,50	565,93	979,25	Vc > Vu/ $\phi$ : Requiere refuerzo mínimo
6	15,00	10,00	8,50	627,50	979,25	Vc > Vu/ $\phi$ : Requiere refuerzo mínimo

Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng

El refuerzo transversal utilizado son estribos de 4 mm cada 15 cm en toda la viga, esto no cumple con el refuerzo mínimo de estribos de 8 mm descrito en el NEC2011 ni los espaciamientos mínimos, haciéndolo insuficiente

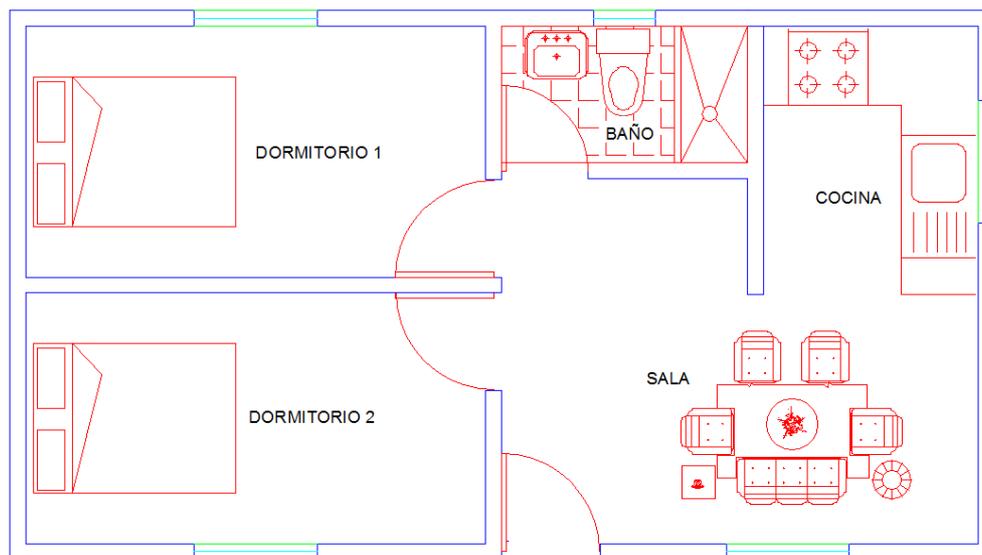
## CAPÍTULO 3

### MODELACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCIÓN

#### 3.1 PROPUESTAS ARQUITECTÓNICAS PARA LAS 3 ALTERNATIVAS

Las propuestas arquitectónicas fueron desarrolladas con la ayuda de un arquitecto, el cual aporó con la inspección del plan sugerido, al igual que los espacios útiles se optimizaron al máximo para obtener una armonía con el contorno y el espacio requerido que son los 36m<sup>2</sup>.

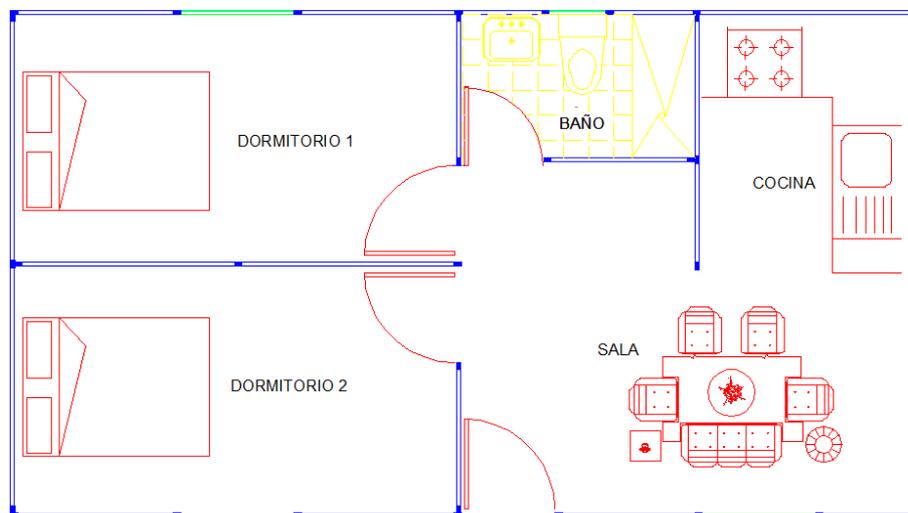
**FIGURA 3.1. ALTERNATIVA 1 SISTEMA DE MUROS PORTANTES CON MAMPOSTERIA ENCHAPADA**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

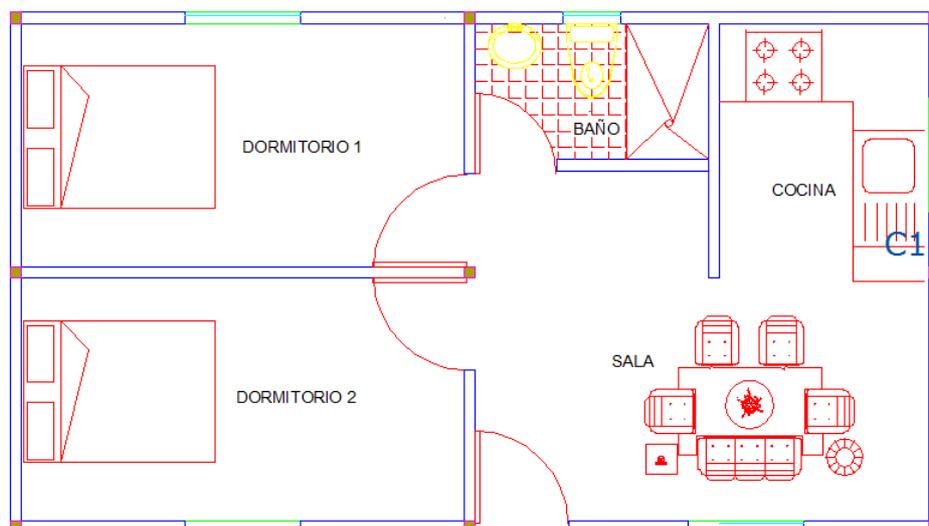
Las dimensiones de cada uno de los elementos dentro del plano arquitectónico están ubicadas en los anexos, las cuales constan de los respectivos detalles para un mejor entendimiento y a análisis del mismo.

**FIGURA 3.2. ALTERNATIVA 2 SISTEMA DE MUROS PORTANTES CON FERROCEMENTO**



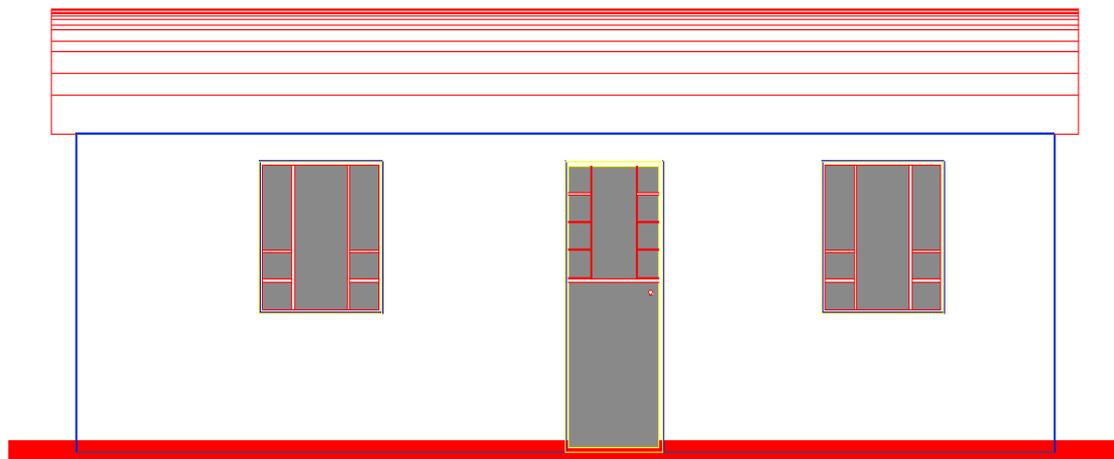
Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

**FIGURA 3.3. ALTERNATIVA 3 SISTEMAS APORTICADOS CON HORMIGÓN ARMADO**

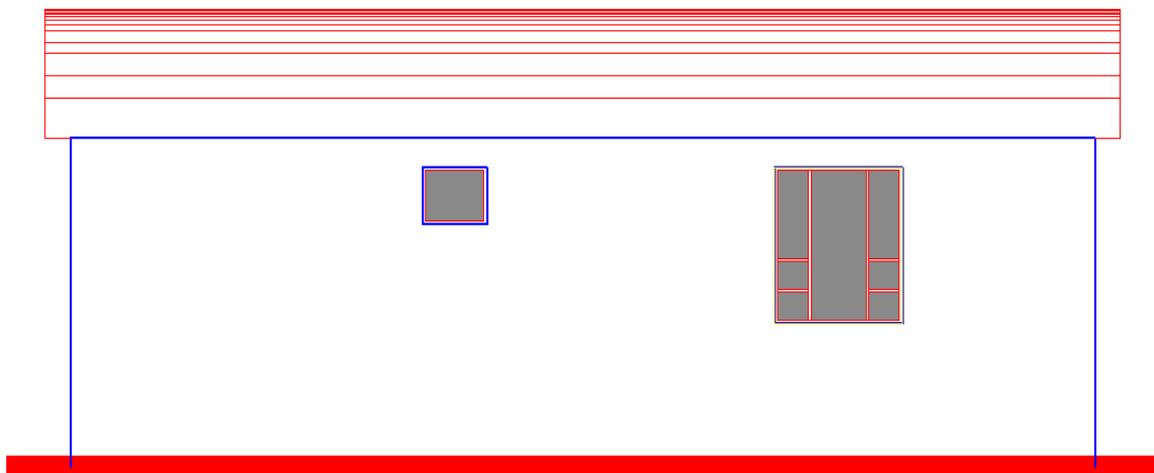


Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

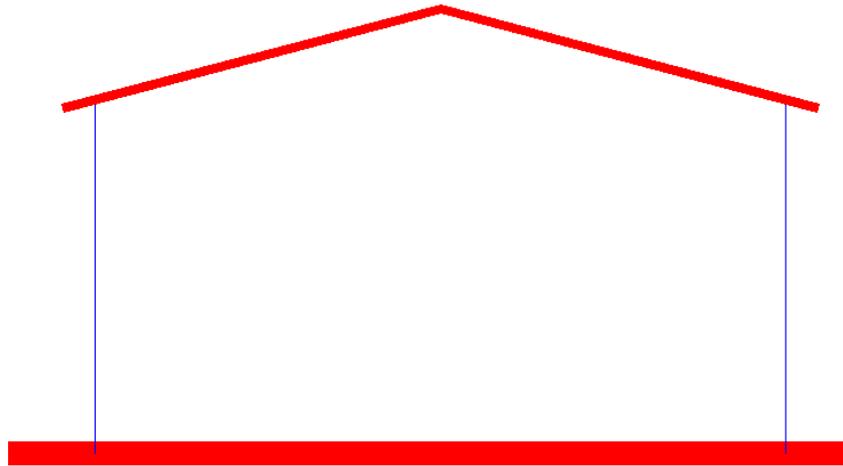
Las fachadas de las 3 alternativas se han unificado por tener la misma área de construcción, eso hace que las fachadas se vean iguales, para el mejor entendimiento y análisis están colocados con sus respectivas dimensiones y detalles a escala en la parte de anexos.

**FIGURA 3.4. FACHADA FRONTAL**FACHADA FRONTAL

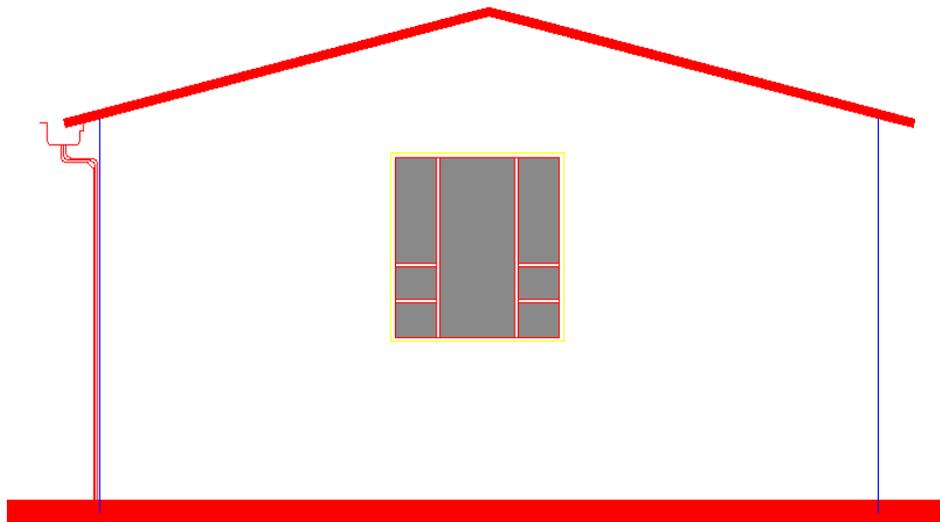
Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

**FIGURA 3.5. FACHADA POSTERIOR**FACHADA POSTERIOR

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

**FIGURA 3.6. FACHADA LATERAL DERECHA**FACHADA LATERAL IZQ

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

**FIGURA 3.7. FACHADA LATERAL IZQUIERDA**FACHADA LATERAL DERECHA

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

## **3.2 PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES USADOS PARA EL MODELO COMPUTACIONAL**

### **3.2.1. PROPIEDADES ALTERNATIVA 1 SISTEMA DE PAREDES PORTANTES MAMPOSTERÍA ENCHAPADA**

#### **3.2.1.1. Propiedades físicas -temperatura.**

La mampostería enchapada está desarrollado con materiales constituidos por una mezcla de silicatos y refuerzos de acero con puntos de ebullición altos, éstos materiales son combustibles expuestos a grandes temperaturas, es decir que expuestos a temperaturas altas la mampostería enchapada empieza a debilitarse lentamente.

#### **3.2.1.2. Propiedades físicas-comportamiento frente al agua.**

La Mampostería enchapada es un material que tiene una absorción mínima de agua que oscila entre el 1% y 3% en contacto con el entorno natural, con esto se asume que es algo impermeable.

#### **3.2.1.3. Propiedades físicas-comportamiento frente a factores climáticos.**

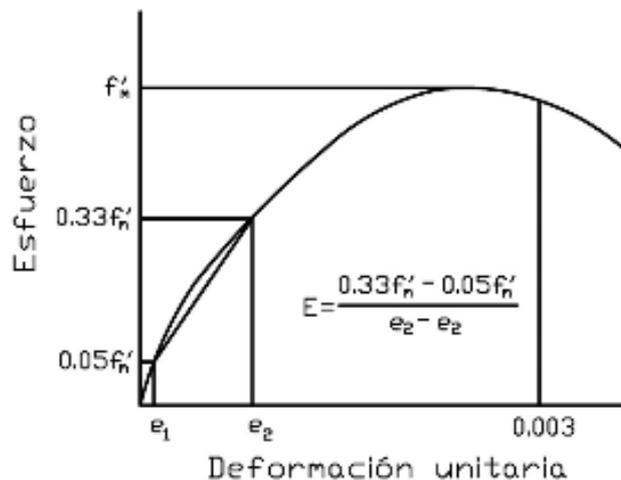
La radiación ultravioleta, lluvia y viento son factores importantes ya que la mayor parte de su vida útil estará en contacto con estos, las investigaciones enseñan que la mampostería enchapada es un material invulnerable a estos factores, lo que requiere menor mantenimiento y no afecta en gran medida a su resistencia.

#### **3.2.1.4. Propiedades mecánicas – módulo de elasticidad**

Por definición el módulo de elasticidad de la mampostería  $E_m$ , se determina por el método de la secante como la pendiente de una línea del diagrama

esfuerzo deformación unitaria trazada entre dos puntos sobre la curva para los esfuerzos  $0.05f'_m$  y  $0.33f'_m$ .<sup>14</sup>

**FIGURA 3.8. CURVA ESFUERZO DEFORMACIÓN UNITARIA DE UN MURETE DE MAMPOSTERÍA**



*Tomada de Amrhein. Op. Cit., p.41*

### 3.2.1.5. Propiedades mecánicas – módulo de Poisson

Se conoce como el módulo de poisson a la relación que existe entre la deformación lateral y deformación longitudinal. Para la mampostería enchapada se tienen valores del orden de 0.325 a 0.40 para densidades de 0.5 gr/cm<sup>3</sup>.<sup>15</sup>

## 3.2.2. PROPIEDADES ALTERNATIVA 2 SISTEMA DE PAREDES PORTANTES FERROCEMENTO

El ferrocemento ofrece propiedades ventajosas como: aislamiento térmico, aislamiento acústico, resistencia a agentes mecánicos, resistencia al agrietamiento, facilidad de construcción y reparación, escaso mantenimiento y bajos costos. Las propiedades que se mencionaran son las más importantes para el desarrollo del proyecto.

<sup>14</sup> ZÚÑIGA, A. P. (2008). Conceptos generales sobre ferrocemento. Colombia

### **3.2.2.1. Propiedades físicas - temperatura**

El ferrocemento es un material relativamente resistente al fuego ya que depende de los requerimientos de obra, al ser sometido a altas temperaturas no sufre agrietamientos, divisiones y separación de las superficies de acero, es importante saber que la resistencia al fuego depende de la masa y el espesor del elemento que se esté construyendo, puede resistir el fuego y la propagación de grietas a 700 C° por 30 minutos.

### **3.2.2.2. Propiedades físicas- comportamiento frente al agua.**

El ferrocemento es un material impermeable sin necesidad de ningún tipo de tratamiento adicional ni recubrimiento, es por esto que fue usado en sus principios para la fabricación de botes, embarcaciones de gran envergadura y empleado para la fabricación de tanques de almacenamiento de agua, se sabe que al escoger arena fina que es uno de los componentes importantes del ferrocemento, hay una mayor impermeabilidad al material y evita la corrosión de las capas más extremas del refuerzo, dado los pequeños espesores de recubrimiento (2– 5 mm.) utilizados en el ferrocemento.

### **3.2.2.3. Propiedades físicas- comportamiento frente a factores climáticos.**

Una mención aparte es el caso del factor corrosión, la cual puede ser producida por el medio ambiente al cual se encuentra expuesto el ferrocemento, las causas externas más usuales pueden ser físicas, químicas o mecánicas, puede deberse al intemperismo, temperaturas extremas, abrasión, a la acción electrolítica, ataque de gases y líquidos naturales o industriales.

Todas las estructuras de ferrocemento están sujetas a ser atacadas por corrosión, siempre que existan los medios adecuados para que esta se origine. El riesgo de corrosión de dichas estructuras en comparación con las estructuras de concreto reforzado convencional es aún mayor, debido a la extrema delgadez del recubrimiento del mortero sobre el refuerzo de acero.

### 3.2.2.4. Propiedades físicas- resistencia al impacto.

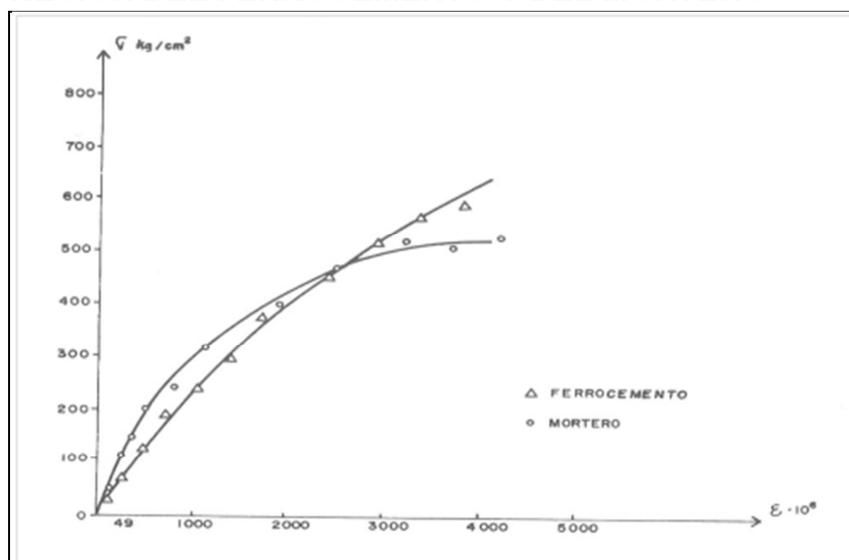
Numerosos ensayos y experiencias realizados por diferentes investigadores han llegado a demostrar la resistencia del ferrocemento al impacto, dentro de los cuáles las principales ventajas que presenta consiste en la resistencia a la desintegración del mortero, localización del daño y fácil reparación.

### 3.2.2.5. Propiedades mecánicas – comportamiento a la compresión

Los resultados experimentales realizados y expuestos por Wainshtok; indican que la resistencia del ferrocemento en compresión está dada fundamentalmente por el mortero en proporción directa al área de su sección transversal, el aporte de resistencia a compresión del refuerzo no es considerado debido a la esbeltez de sus elementos.

En la figura 3.9 se muestran las curvas esfuerzo – deformación unitaria a compresión del ferrocemento y del mortero obtenidas Wainshtok.<sup>16</sup>

**FIGURA 3.9. CURVAS ESFUERZO – DEFORMACIÓN UNITARIA A COMPRESIÓN DEL FERROCEMENTO Y DEL MORTERO**



Fuente Wainshtok

Bezukladov, y Paul Pama, sugieren tomar como resistencia última a compresión del ferrocemento, el valor de la resistencia del mortero afectado por

<sup>16</sup> (Hugo, 1998)

un coeficiente igual a 0.85. Si se aplica el criterio de las tensiones permisibles, Naaman sugiere un coeficiente de 0.45 para las tensiones de compresión y Petroni sugiere valores máximos entre 12 y 14 MPa, siendo las dos recomendaciones casi equivalente en la práctica.

### **3.2.2.6. Propiedades mecánicas – comportamiento a flexión**

Al analizar una curva carga – desplazamiento de un elemento sometido a flexión simple como se muestra en la figura 3.10, se observa que es aproximadamente tri-lineal y se pueden apreciar tres zonas de comportamiento bien definidas: elástica, elasto-plástica y plástica.

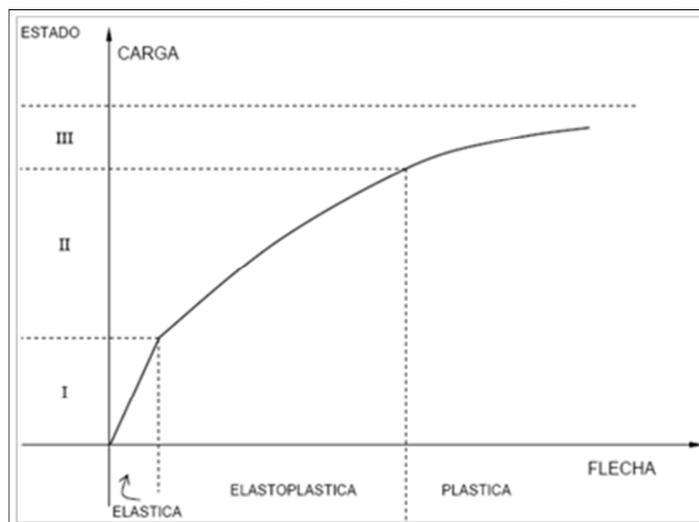
El ferrocemento se comporta como un material elástico hasta la formación de la primera fisura, cuando ocurre una sensible disminución de la rigidez en el elemento flejado, que se identifica por la desviación del diagrama carga flecha.

En la siguiente zona, el comportamiento pasa a ser elasto-plástico, al ocurrir una multiplicación del número de fisuras acompañado de un aumento pequeño, pero progresivo de la abertura de estas, el diagrama carga-flecha se aproxima bastante a una línea recta.

En la fase final o de fallo, el comportamiento del material es no lineal, lo que provoca un rápido aumento de las flechas y un acentuado incremento del ancho de las grietas hasta que ocurre el fallo. En este estado se considera que toda la fuerza de tracción la recibe el acero

En relación con la flexión, deben tenerse en cuenta tres posibles fallos, rotura del elemento, formación de la primera grieta que permite corrosión, permeabilidad, y la limitación de la flecha a un máximo por problemas de sección o estructurales.

**FIGURA 3.10. CURVAS ESFUERZO – DEFORMACIÓN UNITARIA A COMPRESIÓN DEL FERROCEMENTO Y DEL MORTERO**

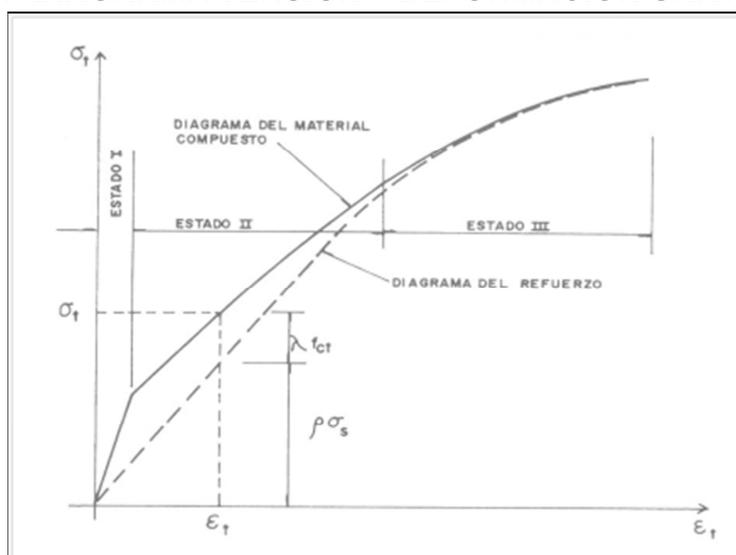


Fuente Wainshtok

### 3.2.2.7. Propiedades mecánicas – comportamiento tracción

El ferrocemento tiene una mayor resistencia a la tracción debido a su alto contenido de acero relativamente y a la gran dispersión de éste. Cuando un elemento de ferrocemento es sometido a esfuerzos de tracción, tres estados se pueden observar en el diagrama tensión – deformación unitaria, mostrada en la figura 3.11.<sup>17</sup>

**FIGURA 3.11. DIAGRAMA TENSION – DEFORMACIÓN UNITARIA**



Fuente Wainshtok

<sup>17</sup> Saleme H, Comoglio S y Méndez J, (2002). **Ferrocemento. Un material apropiado a nuestro medio.** Cuenca-Ecuador.  
Dr. Ing. Wainshtok. H. (2008). **Diseño y Construcción de Ferrocemento.** Cuarta Edición

### 3.2.3. PROPIEDADES ALTERNATIVA 3 SISTEMA APORTICADO DE HORMIGÓN ARMADO

Las principales características de los sistemas aporticados es que son sistemas que dependen de elementos como vigas, columnas y losas, conectados entre sí por medio de nudos rígidos, los cuales permiten la transferencia de momentos flectores y cargas axiales hacia su base, la resistencia a las cargas laterales de los pórticos se logra básicamente por la acción de flexión de sus elementos, estos elementos pueden ser de varios materiales como son de acero estructural, hormigón armado, madera y otros.

Este sistema parte de principios de regulación y tipificación de componentes constructivos sencillos y livianos, a fin de permitir un mejor desempeño sísmico.

Un pórtico rígido siendo una estructura hiperestática, dependerá mucho de la rigidez relativa de vigas y columnas, los cuales se resumirán en el comportamiento y eficiencia de la estructura total, es fundamental el diseño detallado de las conexiones para proporcionarle rigidez y capacidad de transmitir momentos.<sup>18</sup>

**Pórticos Rígidos.-** Son estructuras reticulares, que están formados por elementos unidos mediante nodos rígidos, los cuales permiten la transferencia de momentos flectores de una barra a otra, estos pórticos o marcos rígidos pueden dividirse según su luz y niveles que tenga el diseño estructural.

#### **Tipos de Materiales.**

- Acero Estructural.
- Madera Estructural.
- Hormigón Armado.

#### **3.2.3.1. Propiedades mecánicas del acero estructural**

**Elasticidad.-** Es la propiedad que tienen los cuerpos de recuperar tamaño y forma después de la deformación, al someter una carga a un cuerpo

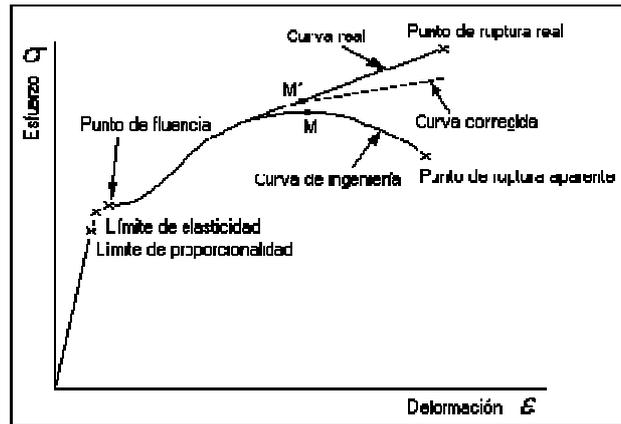
---

<sup>18</sup> HUELVA M. (2005). Comportamiento de estructuras de hormigón armado. España, Madrid.

predeterminado, este cuerpo sufrirá una deformación, al eliminar esta carga, el material vuelve a su forma y tamaño original, se habrá producido en él una deformación elástica.

**Límite de elasticidad.**-Es el esfuerzo máximo uní-axial que se puede aplicar a un material sin causarle ninguna deformación permanente.

**FIGURA 3.12. LIMITE DE ELASTICIDAD DEL ACERO**



Fuente: HUELVAN M.

**Plasticidad.**- Esta propiedad permite a los cuerpos conservar la deformación después de suprimir la carga.

**Límite de fluencia.**- Es el límite a partir del cual el material presenta un gran incremento en sus deformaciones sin que exista algún incremento en sus esfuerzos, este límite se localiza en un diagrama de esfuerzo-deformación, en donde al trazar una tangente a dicha curva, ésta quedaría en posición horizontal.

**Módulo de elasticidad.**-Es la relación del esfuerzo y la deformación en la región elástica inicial de la curva esfuerzo-deformación, este valor se determina mediante la pendiente en dicha porción elástica del diagrama.

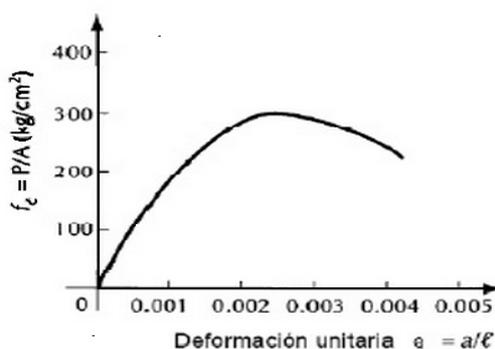
**Módulo de cortante.**-Se lo conoce con la letra "G" y se lo denomina como módulo de elasticidad de esfuerzo cortante o módulo de rigidez; este valor se obtiene a partir de una de las constantes elásticas denominadas relación de Poisson ( $\nu$ ) como se observa en la siguiente expresión.

### 3.2.3.2. Propiedades mecánicas del hormigón

La característica más importante de un elemento estructural es su capacidad real de resistir cargas, con un factor de mayorización que le servirá de reserva para ser lo suficientemente resistente y seguro, ante todas las cargas previsibles que puedan actuar sobre aquél durante la vida de la estructura

**Resistencia a la compresión.-** En el caso del hormigón, su propiedad más importante es la resistencia a la compresión, representada por el símbolo  $f'_c$ , el ACI-318 y la NSR-10 establecen que esta resistencia, no debe ser inferior a 17 MPa o 1.73 kgf/mm<sup>2</sup>.

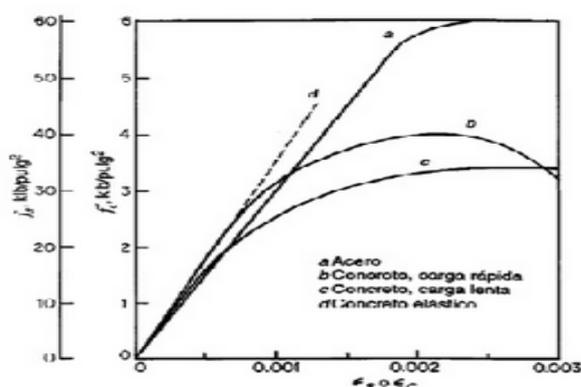
#### FIGURA 3.13. LIMITE DE ELASTICIDAD DEL ACERO



Fuente: HUELVAN M.

Para esfuerzos inferiores a  $f'_c/2$  se observa una relación lineal entre el esfuerzo y la deformación. Se considera, en este rango, un comportamiento elástico del hormigón y, como se observa en la figura siguiente, del acero.<sup>19</sup>

#### FIGURA 3.14. LIMITE DE ELASTICIDAD DEL ACERO



Fuente: HUELVAN M.

<sup>19</sup> HUELVA M. (2005). Comportamiento de estructuras de hormigón armado. España, Madrid.

### 3.3 ANÁLISIS DE CARGAS PARA LAS 3 ALTERNATIVAS

#### 3.3.1. CARGA VIVA

La carga viva o sobrecarga de uso (ocupación), obedecen a los diferentes tipos de cargas que existen (los pesos de personas, muebles, equipos y accesorios) a la que está destinada la edificación, en la siguiente tabla 3.1 se identifican las diferentes cargas que se utilizarán.

**CUADRO 3.1. TABLA CARGA VIVA**

Carga Viva		
Ocupación	Carga uniforme KN/m <sup>2</sup>	Carga uniforme 1T/m <sup>2</sup>
Residencias	2	0.204
Cubiertas	1	0.102

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

#### 3.3.2. CARGA MUERTA

Las cargas muertas son aquellas que permanecen durante todo el tiempo de la vida de la edificación y están compuestas por los pesos de todos los elementos estructurales, como: muros tabiques, recubrimientos, instalaciones sanitarias, eléctricas, de acondicionamientos, máquinas y todo artefacto integrado permanente a la estructura, en las siguientes tablas se muestran las cargas muertas usadas en el proyecto Guayllabamba-Pinguilla.<sup>20</sup>

##### 3.3.2.1. Carga muerta del Sistema enchapado

Para obtener el peso muerto de la estructura se emplea un metro cuadrado de la mampostería enchapada, lo cual ayudará a obtener parámetros unitarios cada m<sup>2</sup>.

<sup>20</sup> Norma Ecuatoriana de la Construcción.(2011) Capitulo 10 Vivienda de hasta 2 pisos. Ecuador

**FIGURA 3.15. BLOQUE UNITARIO DEL SISTEMA ENCHAPADO**

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

**CUADRO 3.2. CARACTERÍSTICAS DE UN METRO CUADRADO DE MAMPOSTERÍA ENCHAPADA**

CARACTERÍSTICAS DE UN M2 DE MAMPOSTERIA ENCHAPADA	
Número de bloques 10x20x40	11.5
Número de ganchos de union malla mamposteria	12
Volumen de Mortero de union de bloques	0.036 m3
Volumen de mortero lanzado	0.03 m3
Peso Malla de refuerzo	1.01 kg

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

**CUADRO 3.3. PESO MAMPOSTERÍA BLOQUE 10X20X40**

Peso mamposteria bloque 10x20x40	
Bloque de 10x20x40 por m2	11,5 #
Área de pared por m2	83 m2
Número de bloque a usarse	954,5 #
Peso del bloque de alivianamiento	8 kg/bloque
Peso total de alivianamiento	7,6 Toneladas

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

**CUADRO 3.4. PESOS DE MORTERO**

Peso de Mortero de Lanzado		Peso Mortero de Unión	
Espesor mortero	0.03 m	Volumen de mortero por m2	0.036 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Área de pared por m2	83 m <sup>2</sup>	Área de pared por m2	83 m <sup>2</sup>
Peso específico Mortero	1600 kg/m <sup>3</sup>	Peso específico Mortero	1600 kg/m <sup>3</sup>
Volumen total de la mezcla por espesor de 3cm/m2	0.03 m <sup>3</sup>	Volumen total de la mezcla por espesor	2.988 m <sup>3</sup>
Volumen total del mortero lanzado	2.5 m <sup>3</sup>	Peso total de mortero	4.78 m <sup>3</sup>
Peso total de mortero	4.0 Toneladas		

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

**CUADRO 3.5. PESO MALLA Y GANCHOS PERTENECIENTES AL SISTEMA ENCHAPADO**

Peso de la malla de refuerzo ARMEX R-64 E=10 e=3.5mm		Peso ganchos de unión malla mamposteria	
Peso de la Malla R-64	1.01 kg/m <sup>2</sup>	Peso específico acero	7850 kg/m <sup>3</sup>
Área de pared por m2	83 m <sup>2</sup>	Número de ganchos por m2	12 m <sup>3</sup>
Peso total de aliviamiento	0.1 Toneladas	Área total de mamposteria enchapada	83.0 m
		Número de ganchos totales	996.0 m
		Longitud de un gancho de D=4mm	0.2 m
		Área diametro del gancho	1.257E-05 m <sup>2</sup>
		Volumen por gancho	2.388E-06 m <sup>3</sup>
		Peso por Gancho	0.019 kg
		Peso Total	0.018668 Tonelas

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

### CUADRO 3.6. RESUMEN DE CARGAS USADAS PARA SISTEMA ENCHAPADO

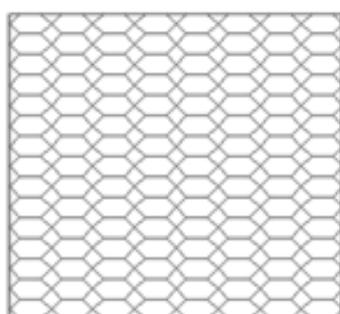
CARGAS USADAS PARA LA CARGA MUERTA SIST. ENCHAPADO	
Peso mamposteria bloque 10x20x40	7,6 T
Peso de Mortero de Lanzado	4,0 T
Peso Mortero de Unión	4,78 T
Peso de la malla de refuerzo ARMEX R-64 E=10 e=3.5mm	0,08 T
Peso ETERNIT	0,43 T
Peso Tiras de eucalipto	0,37 T
Peso ganchos de unión malla mamposteria	0,02 T
total	16,9 T

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

#### 3.3.2.2. Cargas muertas del Sistema de Ferrocemento

Para la carga muerta del sistema de ferrocemento se emplea 1 m<sup>2</sup> de pared con sus diferentes componentes.

#### FIGURA 3.16. BLOQUE UNITARIO DE LA MALLA HEXAGONAL

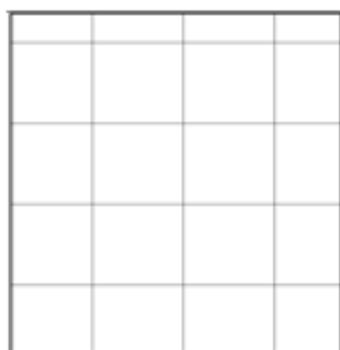


##### Malla hexagonal

- Malla hexagonal de gallinero
- Peso: 15.6kg
- Rollo de 30 m
- Ancho: 1 m

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

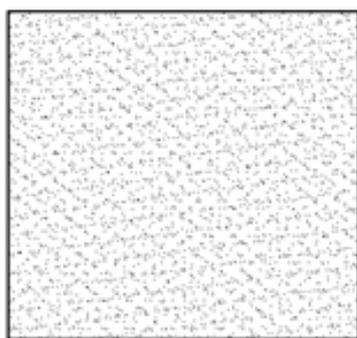
#### FIGURA 3.17. BLOQUE UNITARIO DE LA MALLA DE REFUERZO



##### Malla de refuerzo

- Malla ARMEX P-221
- Planchas de 6,25mx4.20m
- Peso: 41.40/plancha
- $\phi L=5\text{mm}$
- $\phi T=6.5\text{mm}$

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

**FIGURA 3.18. BLOQUE UNITARIO DE LA MORTERO CEMENTO****Mortero cemento**

- Mortero cemento 1:3
- Volumen: 0.02 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>
- Peso: 32 kg/m<sup>2</sup>

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

Las características de un metro cuadrado de ferrocemento se exponen en la siguiente tabla:

**CUADRO 3.7. CARACTERÍSTICAS DE UN METRO CUADRADO DEL SIST. DE FERROCEMENTO**

CARACTERISTICAS DE UN M2 DE MAMPOSTERIA FERROCEMENTO	
Volumen de mortero lanzado	0.02 m <sup>3</sup>
Peso Malla de refuerzo ARMEX P-221	32 kg/m <sup>2</sup>
Peso Malla HEXAGONAL	0.377 kg/m <sup>2</sup>

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

Para el sistema enchapado se usara otro tipo de malla y se adicionará la malla de gallinero hexagonal el cual es elemento fundamental.

**CUADRO 3.8. PESO DE LAS MALLAS USADAS EN EL SISTEMA DE FERROCEMENTO**

Peso de la malla de refuerzo ARMEX P-221E=10 e=3.5mm		Peso de la malla de gallinero hexagonal	
Peso de la Malla R-158	2.76 kg/m <sup>2</sup>	Peso de Malla hexagonal	0.377 kg/m <sup>2</sup>
Área de pared por m <sup>2</sup>	83 m <sup>2</sup>	Área de pared por m <sup>2</sup>	166 m <sup>2</sup>
Peso total de alivianamiento	0.229 Toneladas	Peso total de alivianamiento	0.063 Toneladas

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

En el peso del Mortero lanzado se escoge otra configuración por la diferencia de espesores en las capas de recubrimiento entre el sistema enchapado y el sistema de ferrocemento como se indica en los cuadros 3.9 y 3.10, respectivamente.

**CUADRO 3.9. PESO DEL MORTERO SISTEMA DE FERROCEMENTO**

Peso de Mortero de Lanzado	
Espesor mortero	0.02 m
Área de pared por m <sup>2</sup>	83 m <sup>2</sup>
Peso específico Mortero	1600 kg/m <sup>3</sup>
Volumen total de la mezcla por espesor de 2cm/m <sup>2</sup>	0.02 m <sup>3</sup>
Volumen total del mortero lanzado	1.7 m <sup>3</sup>
Peso por m <sup>2</sup>	32.0 kg
Peso total de mortero	2.7 Toneladas

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

**CUADRO 3.10. PESO DE PERFILES PARA MARCOS USADOS EN EL SISTEMA DE FERROCEMENTO**

Peso Perfiles para marcos	
Peso Angulos 30x2 cada metro	1.36 kg/m
Peso Tubos Rectangulares 50x25x3mm	2.24 kg/m
Longitud total de los ángulos 30x2	160 m
Longitud total de los tubos rectangulares 50x25x4mm	12.1 m
Peso total de perfiles para marcos	0.2 Toneladas

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

En el siguiente cuadro 3.11 se detallara que elementos se utilizara para el cálculo de la carga muerta en sistema de ferrocemento.

**CUADRO 3.11. RESUMEN DE CARGAS USADAS PARA SISTEMA FERROCEMENTO.**

<b>CARGAS USADAS PARA LA CARGA MUERTA SIST. FERROCEMENTO</b>	
Peso de Mortero de Lanzado	2.7 T
Peso de la malla de refuerzo ARMEX P-221E=10 e=3.5mm	0.2 T
Peso de la malla de gallinero hexagonal	0.06 T
Peso ETERNIT	0.43 T
Peso Tiras de eucalipto	0.37 T
Peso Perfiles para marcos	0.24 T
total	<b>3.99 T</b>

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

**3.3.2.3. Carga muerta para el Sistema a porticado de Hormigón Armado**

Para la carga muerta del sistema aporticado se detallara en el cuadro 3.12 y 3.13 cada uno de sus elementos con sus respectivos pesos.

**CUADRO 3.12. PESO DE LA MAMPOSTERÍA DE BLOQUE 10X20X40**

<b>Peso mamposteria bloque 10x20x40</b>	
Bloque de 10x20x40 por m2	11,5 #
Área de pared por m2	72 m2
Número de bloque a usarse	828 #
Peso del bloque de alivianamiento	8 kg/bloque
Peso total de alivianamiento	6,6 Toneladas

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

**CUADRO 3.13. PESO DE LA MAMPOSTERÍA DE BLOQUE 10X20X40**

Peso de Mortero de Enlucido	
Espesor mortero	0.015 m
Área de pared por m2	83 m2
Peso específico Mortero	1300 kg/m3
Volumen total de la mezcla por espesor de 3cm/m2	0.015 m3
Volumen total del mortero lanzado	1.2 m3
Peso total de mortero	1.6 Toneladas

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

- **Elementos estructurales vigas y columnas**

Se calculó el peso de cada viga y columna existente dentro del proyecto arquitectónico.

**CUADRO 3.14. PESO DE LAS COLUMNAS TIPO 1, 2**

Peso Columnas Tipo 1		Peso Columnas Tipo 2	
Largo	0,2 m	Largo	0,2 m
Ancho	0,2 m	Ancho	0,2 m
Altura	2,3 m	Altura	2,9 m
Peso específico H.A	2400 kg/m3	Peso específico H.A	2400 kg/m3
Volumen de la columna tipo 1	0,0920 m3	Volumen de la columna tipo 2	0,116 m3
Peso de la columna tipo 1	220,80 kg	Peso de la columna tipo 2	278,40 kg
Peso total de todas las columnas tipo 1	1,32 Toneladas	Peso total de todas las columnas tipo 2	0,84 Toneladas

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

**CUADRO 3.15. PESO DE LAS VIGAS TIPO 1, 2**

Peso Viga Tipo 1 inclinada		Peso Viga Tipo 2 inclinada	
Largo	3,9 m	Largo	2,29 m
Ancho	0,2 m	Ancho	0,2 m
Altura	0,25 m	Altura	0,25 m
Peso específico H.A	2400 kg/m <sup>3</sup>	Peso específico Mortero	2400 kg/m <sup>3</sup>
Volumen de la viga tipo 1	0,195 m <sup>3</sup>	Volumen de la viga tipo 2	0,115 m <sup>3</sup>
Peso de la viga tipo 1	468,00 kg	Peso de la viga tipo 2	274,80 kg
Peso total de todas las vigas tipo 1	2,81 Toneladas	Peso total de todas las vigas tipo 2	1,65 Toneladas

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

En la siguiente tabla se detallan que elementos se utilizan para el cálculo de la carga muerta en sistema aporcado de Hormigón armado.

**CUADRO 3.16. RESUMEN DE CARGAS USADAS PARA SISTEMA DE HORMIGÓN ARMADO**

CARGAS USADAS PARA LA CARGA MUERTA SIST. H.A	
Peso mamposteria bloque 10x20x40	6,6 T
Peso de Mortero de Enlucido	1,6 T
Peso Mortero de Unión	4,78 T
Peso Columnas Tipo 1	1,32 T
Peso Columnas Tipo 2	0,84 T
Peso Viga Tipo 1 inclinada	2,81 T
Peso Viga Tipo 2 inclinada	1,65 T
Peso ETERNIT	0,4 T
Peso Tiras de eucalipto	0,4 T
total	20,4 T

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

- **Carga de cubierta**

Al igual que la estructura, la cubierta aporta su peso muerto y se calculará como se muestra en las tablas 3.17y 3.18.

**CUADRO 3.17. PESO ETERNIT**

<b>Peso ETERNIT</b>	
Peso ETERNIT 1.83X1.69	14.2 kg/u
Número de ETERNIT 1.83x1.69	18 m2
Peso total de ETERNIT 1.83x1.69	0.3 Toneladas
Peso ETERNIT 1.22x1.08	9.6 kg/u
Número de ETERNIT 1.22x1.08	18 m2
Peso total de ETERNIT 1.22x1.08	0.2 Toneladas
Peso total	0.4 Toneladas

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

**CUADRO 3.18. PESO ETERNIT**

<b>Peso Tiras de eucalipto</b>	
Peso específico eucalipto	589.6 kg/m3
Volumen tiras de eucalipto	0.6224 m3
Peso total	0.4 Toneladas

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

Se denota que el peso de la cubierta daría como resultado 0.8T, el cual es un peso muy liviano y acto para el diseño de la estructura.

### 3.3.3. CARGA DE VIENTO

La carga de viento es importante en las edificaciones porque crea efectos de empuje que pueden hacer que la estructura entre en un estado de inestabilidad, por lo cual es importante considerarlo en el modelo matemático.

21

**CUADRO 3.19. COEFICIENTE DE CORRECCIÓN SEGÚN EL TIPO DE CONSTRUCCIÓN**

Altura (m)	Sin obstrucción (Categoría A)	Obstrucción Baja (Categoría B)	Zona Edificada (Categoría C)
5	0.91	0.86	0.80
10	1.00	0.90	0.80
20	1.06	0.97	0.88
40	1.14	1.03	0.96
80	1.21	1.14	1.06
150	1.28	1.22	1.15

Categoría A: Edificios frente al mar, zonas rurales o espacios abiertos sin obstáculos topográficos.  
Categoría B: Edificios en zonas suburbanas con edificación de baja altura, promedio hasta 10m.  
Categoría C: Zonas urbanas con edificios de altura.

Realizado por: Norma Ecuatoriana de la Construcción

**CUADRO 3.20. COEFICIENTE DE CORRECCIÓN SEGÚN EL TIPO DE VIENTO**

CONSTRUCCIÓN	Barlovento	Sotavento
Superficies verticales de edificios	+0.8	
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en el sentido del viento	+1.5	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección circular o elíptica	+0.7	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección cuadrada o rectangular	+2.0	
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda los 45°	+0.8	-0.5
Superficies inclinadas a 15° o menos	+0.3-0.7	-0.6
Superficies inclinadas entre 15° y 60°	+0.7-0.3	-0.6
Superficies inclinadas entre 60° y la vertical	+0.8	-0.6
El signo positivo (+) indica presión		
El signo negativo (-) indica succión		

Realizado por: Norma Ecuatoriana de la Construcción

<sup>21</sup> Norma Ecuatoriana de la Construcción.(2011) Capitulo 10 Vivienda de hasta 2 pisos. Ecuador

Los parámetros utilizados para el cálculo de viento se escogieron los mínimos que indicaba en la norma NEC, cabe recalcar que las cargas de servicio de la estructura propuesta no tienen un magnitud considerable, sabiendo esto se escogido los valores mínimos dentro de los parámetros de la norma.

Según lo indicado anteriormente se calculó de la siguiente forma indicada en el cuadro 3.21:

**CUADRO 3.21. TABLA DE CARGA DE VIENTO**

CARGA DE VIENTO		
v	75	km/h
$\sigma$	0.91	
Vh	68.25	
$\rho$	1.25	kg/m <sup>3</sup>
vb	21	m/s
ce	1.63	
cf+	0.7	
cf-	-0.6	
P+	314	Pascal
P-	-270	Pascal
P+	0.032	T/m <sup>2</sup>
P-	-0.027	T/m <sup>2</sup>

v=	Velocidad
$\sigma$ =	Factor de Corrección
Vh=	Velocidad corregida
vb =	velocidad básica de viento en m/s
Ce=	Coficiente de entorno/altura
Cf=	Coficiente de forma Barlovento y Sotavento

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

### 3.3.4. CARGA SÍSMICA

Las edificaciones de cualquier tipo de construcción, se deben diseñar para resistir fuerzas sísmicas (fuerzas en direcciones horizontales), ésta representa la carga reactiva por sismo y es igual a la carga muerta total de la estructura más un 25% de la carga viva de piso, en la siguiente tabla se propone los datos que se utilizaran en el cálculo de la fuerza sísmica que a su vez servirán para los modelos matemáticos propuestos.

Para el cálculo de la carga horizontal producto del sismo de diseño, se toma el código ecuatoriano de la construcción (CEC 2002) para el diseño y como guía.<sup>22</sup>

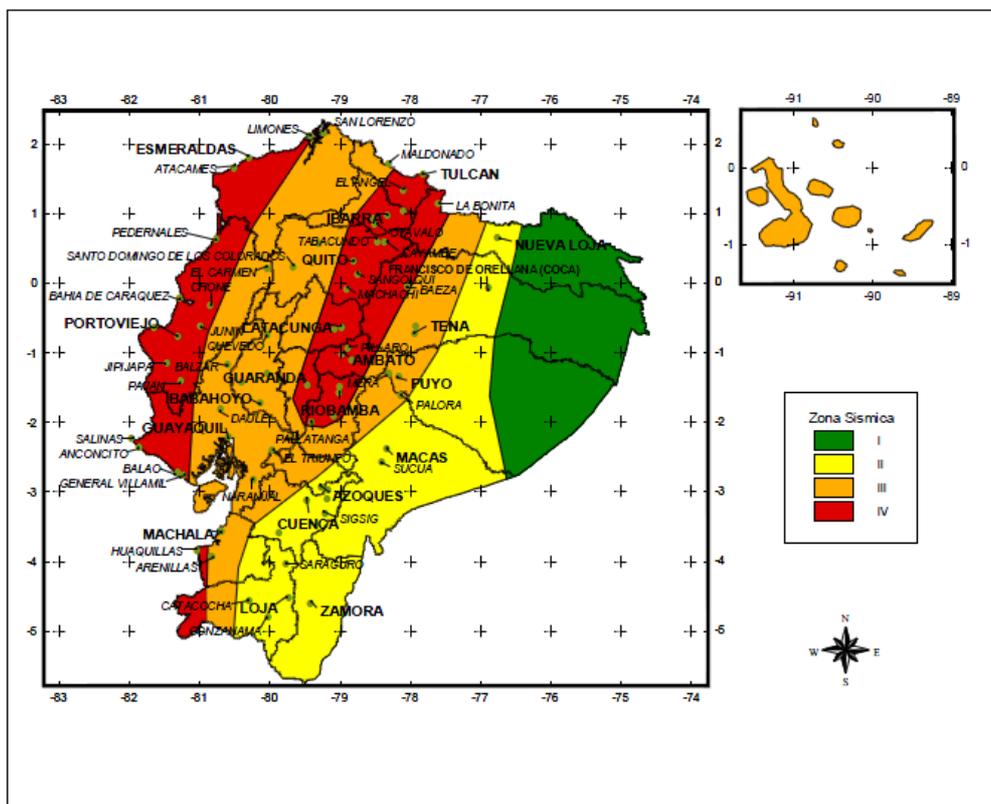
<sup>22</sup> Norma Ecuatoriana de la Construcción.(2011) Capitulo 10 Vivienda de hasta 2 pisos. Ecuador

### • ZONAS SÍSMICAS Y FACTOR DE ZONA Z

El valor del factor Z representa la aceleración máxima efectiva en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad (CEC02). Y su valor depende de una de las cuatro zonas sísmicas del Ecuador, como se representa en la figura.

Una vez identificada la zona sísmica correspondiente, se adoptara el valor del factor de zona Z, según el CEC, como se muestra en la tabla.

**FIGURA 3.19. ZONAS SÍSMICAS PARA PROPÓSITOS DE DISEÑO**



Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción

**CUADRO 3.22. TABLA DE VALORES DEL FACTOR Z EN FUNCIÓN DE LA ZONA SÍSMICA ADOPTADA**

Zona Sísmica	I	II	III	IV
Valor factor Z	0,15	0,25	0,30	0,4

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción

- **GEOLOGÍA LOCAL Y PERFILES DE SUELO. COEFICIENTE S y Cm.**

Las condiciones geotécnicas de los sitios o perfiles de suelo se las clasifica de acuerdo con las propiedades mecánicas del sitio, los espesores de los estratos y la velocidad de propagación de las ondas de corte.

Los tipos de perfiles de suelo se clasifican de la siguiente manera:

Perfil tipo S1: Roca o suelo firme.

Perfil tipo S2: Suelos intermedios.

Perfil tipo S3: Suelos blandos o estratos profundos.

Perfil tipo S4: Condiciones especiales de evaluación del suelo.

- **TIPO DE USO, DESTINO E IMPORTANCIA DE LA ESTRUCTURA. COEFICIENTE I.**

La estructura a construirse se clasificará en una de las categorías que se establecen en la cuadro 3.23, y se adoptará el correspondiente factor de importancia I.<sup>23</sup>

**CUADRO 3.23. TABLA DE TIPO DE USO FACTOR “R”**

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Factor
Edificaciones esenciales y/o peligrosas	Hospitales, clínicas, centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación, transmisión y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1,5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1,3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1,0

Fuente: Código Ecuatoriano de la Construcción

<sup>23</sup> (C.E.C. Ecuador, 2010)

- **Factor de reducción de respuesta estructural R**

**CUADRO 3.24. TABLA. VALORES DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN DE RESPUESTA ESTRUCTURAL R**

<b>Sistema estructural</b>	<b>R</b>
Sistemas de pórticos espaciales sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas o de acero laminado en caliente, con muros estructurales de hormigón armado (sistemas duales).	12
Sistemas de pórticos espaciales sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas o de acero laminado en caliente.	10
Sistemas de pórticos espaciales sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas banda y muros estructurales de hormigón armado (sistemas duales).	10
Sistemas de pórticos espaciales sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas y diagonales rigidizadoras.*	10
Sistemas de pórticos espaciales sismo-resistentes de hormigón armado con vigas banda y diagonales rigidizadoras. *.	9
Sistemas de pórticos espaciales sismo-resistentes de hormigón armado con vigas banda.	8
Estructuras de acero con elementos armados de placas o con elementos de acero conformados en frío. Estructuras de aluminio.	7
Estructuras de madera	7
Estructura de mampostería reforzada o confinada	5
Estructuras con muros portantes de tierra reforzada o confinada	3

Fuente: Código Ecuatoriano de la Construcción

(\*) = Cuando se utilizan diagonales, se debe verificar que los elementos en tensión cedan antes que los elementos en compresión.

- **ALTERNATIVA 1: MAMPOSTERÍA ENCHAPADA**

**Calculo Carga Horizontal, Sismo**

$$\square V = \frac{Z * I * C}{R * \phi_p * \phi_e} * W \quad (3.7)$$

$$\square Z = 0.4 \text{ Guayllabamba, Pichincha se ubica en la zona 4.}$$

$$\circ I = 1.0 \text{ Otras Estructuras}$$

$$\circ Ct = 0.06$$

$$\circ hn = 2.90 \text{ m}$$

$$\square T = Ct * hn^{3/4} \quad (3.8)$$

$$\circ T = 0.06 * 2.90^{3/4}$$

$$\circ T = 0.133$$

$$\circ S = 1.2 \text{ S2: Suelos intermedios, } Cm = 3.0$$

$$\square C = \frac{1.25 * S^S}{T} \quad (3.9)$$

$$\circ C = \frac{1.25 * 1.2^{1.2}}{0.133}$$

$$\circ C = 11.67$$

- $0.50 < C < Cm$
- $\therefore C > Cm, entonces C = 3.0$
- $R = 3$  “Para los muros estructurales donde el efecto predominante es corte, se recomienda adoptar el factor de reducción de respuesta de 3 en la ecuación del corte basal, porque el muro se agotará en las cargas solicitadas, sin tener la posibilidad de disipar energía en el rango inelástico.”<sup>24</sup>
- $\phi_p = 1$
- $\phi_e = 1$
- $V = \frac{0.4*1.0*3.0}{3.0*1.0*1.0} * W$
- $V = 40\% W$

El análisis de porcentajes de la participación de masa según los modales se puede observar en la siguiente tabla:

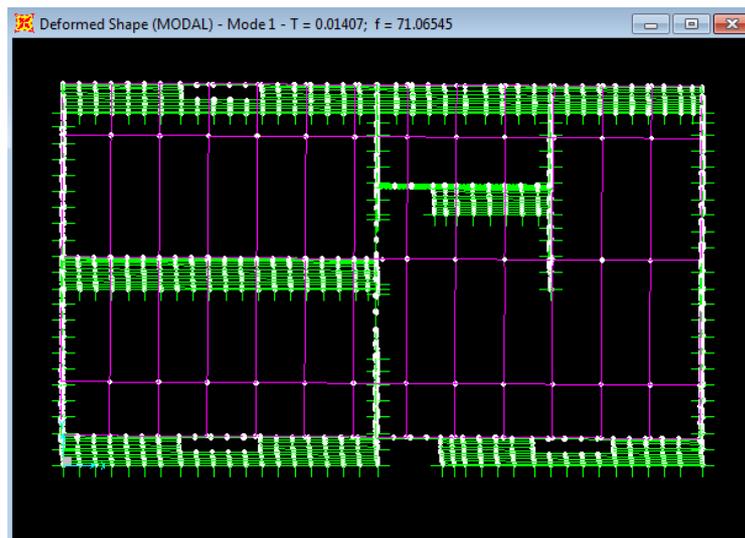
**CUADRO 3.25. TABLA DE PORCENTAJES DE PARTICIPACIÓN DE MASAS EN LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA ENCHAPADO**

Porcentaje de participación de masas en la estructura del sistema Enchapado									
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ	SumRZ
Text	Text	Unitless	Sec	Percentage	Percentage	Percentage	Percentage	Percentage	Percentage
MODAL	Mode	1	0,014072	0,2%	75,1%	0,2%	75,1%	2,0%	33,8%
MODAL	Mode	2	0,011642	64,9%	0,4%	65,2%	75,5%	1,7%	35,5%
MODAL	Mode	3	0,010589	9,0%	0,0%	74,2%	75,5%	65,0%	74,5%
MODAL	Mode	4	0,005197	0,2%	0,2%	74,4%	75,7%	0,2%	74,7%
MODAL	Mode	5	0,004882	0,1%	7,8%	74,6%	83,5%	4,1%	78,8%
MODAL	Mode	6	0,004838	2,8%	1,6%	77,3%	85,1%	2,2%	81,0%
MODAL	Mode	7	0,004661	0,3%	2,8%	77,6%	88,0%	0,7%	81,7%
MODAL	Mode	8	0,004583	2,2%	0,1%	79,8%	88,1%	0,0%	81,7%
MODAL	Mode	9	0,004155	1,4%	0,1%	81,2%	88,2%	0,0%	81,7%
MODAL	Mode	10	0,004115	0,2%	0,4%	81,4%	88,6%	3,1%	84,8%
MODAL	Mode	11	0,004038	3,2%	0,4%	84,6%	89,0%	0,4%	85,2%

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

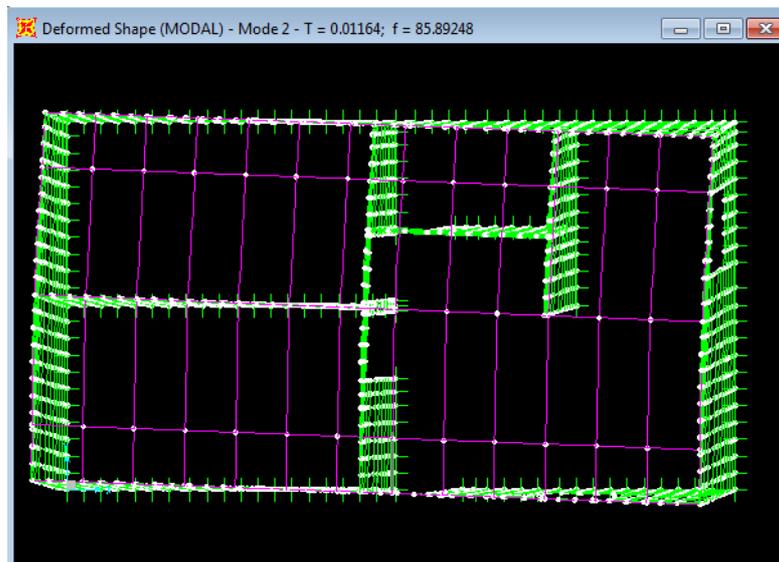
Se coloca impresiones de los 3 primeros modelos Modal1. Modal 2 y Modal 3 que son los principales comportamientos dinámicos de la estructura, observado en la tabla 3.25, así como los comportamientos de cada uno de los modales mostrados en las figuras 3.20, 3.21, 3.22.

<sup>24</sup> (Rivas)

**FIGURA 3.20. COMPORTAMIENTO MODAL 1, SISTEMA ENCHAPADO**

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

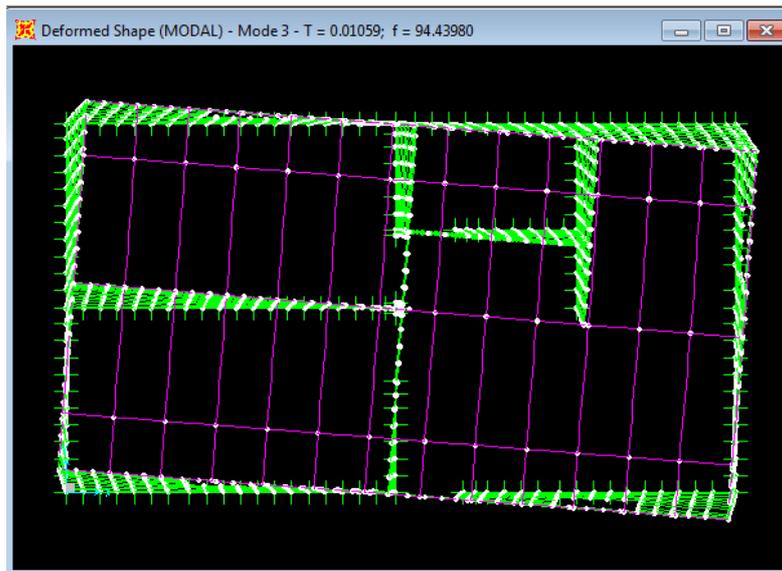
El Movimiento se observa que se efectúa en el sentido x.

**FIGURA 3.21. COMPORTAMIENTO MODAL 2, SISTEMA ENCHAPADO**

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

El Movimiento se observa que se efectúa en el sentido y.

**FIGURA 3.22. COMPORTAMIENTO MODAL 3, SISTEMA ENCHAPADO**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

El Movimiento se observa que se efectúa en forma rotacional alrededor del eje z, representado la mayor parte del movimiento.

Observando los diferentes tipos de modales más importantes, llegando a la conclusión de que el modelo está bien configurando, con respecto a las secciones y sentidos que se ha escogido con anterioridad.

### CUADRO 3.26. TABLA DE CÁLCULO CORTE BASAL SISTEMA ENCHAPADO

CARGA DE SISMO		
Z =	0,40	
I =	1,00	
C =	3,00	
Tc =	0,13	
S =	1,20	
$\phi_p =$	1,00	
$\phi_e =$	1,00	
R =	3	
$ZIC/(\phi_p\phi_eR) =$	0,40	W
W =	16,9	
V =	6,765	T

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

- **ALTERNATIVA 2: FERROCEMENTO**

$$\blacksquare V = \frac{Z * I * C}{R * \phi_p * \phi_e} * W \quad (3.21)$$

- $Z = 0.4$  *Guayllabamba, Pichincha se ubica en la zona 4.*
- $I = 1.0$  *Otras Estructuras*
- $C_t = 0.06$
- $hn = 2.90 \text{ m}$

$$\blacksquare T = C_t * hn^{3/4} \quad (3.22)$$

- $T = 0.06 * 2.90^{3/4}$
- $T = 0.133$

$$\blacksquare S = 1.2 \text{ S2: Suelos intermedios, } C_m = 3.0$$

$$\blacksquare C = \frac{1.25 * S^S}{T} \quad (3.23)$$

$$\blacksquare C = \frac{1.25 * 1.2^{1.2}}{0.133}$$

$$\blacksquare C = 11.67$$

- $0.50 < C < C_m$
- $\therefore C > C_m, \text{ entonces } C = 3.0$
- $R = 3$  "Para los muros estructurales donde el efecto predominante es corte, se recomienda adoptar el factor de reducción de respuesta de 3 en la ecuación del corte basal, porque el muro se agotará en las cargas solicitadas, sin tener la posibilidad de disipar energía en el rango inelástico.
- $\phi_p = 1$
- $\phi_e = 1$
- $V = \frac{0.4 * 1.0 * 3.0}{3.0 * 1.0 * 1.0} * W$
- $V = 40\% W$

El análisis de porcentajes de la participación de masa según los modales se puede observar en la siguiente tabla:

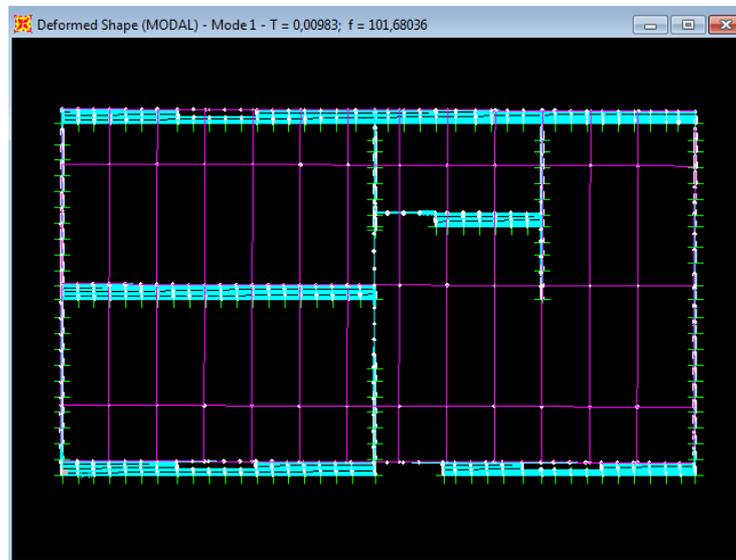
### CUADRO 3.27. TABLA DE PARTICIPACIÓN DE MASAS EN LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE FERROCEMENTO

Porcentaje de participación de masas en la estructura del sistema Ferrocemento									
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ	SumRZ
Text	Text	Unitless	Sec	Percentage	Percentage	Percentage	Percentage	Percentage	Percentage
MODAL	Mode 1	1	0,009835	0,3%	76,0%	0,3%	76,0%	34,1%	34,1%
MODAL	Mode 2	2	0,008258	69,5%	0,4%	69,8%	76,4%	6,1%	40,2%
MODAL	Mode 3	3	0,006951	2,1%	0,2%	71,8%	76,6%	34,4%	74,6%
MODAL	Mode 4	4	0,004777	4,5%	0,0%	76,3%	76,6%	0,8%	75,4%
MODAL	Mode 5	5	0,003839	0,3%	0,2%	76,6%	76,7%	0,2%	75,6%
MODAL	Mode 6	6	0,003578	0,1%	7,4%	76,8%	84,1%	3,9%	79,5%
MODAL	Mode 7	7	0,003542	2,0%	1,9%	78,8%	86,1%	2,2%	81,7%
MODAL	Mode 8	8	0,003419	0,3%	2,9%	79,1%	88,9%	0,8%	82,5%
MODAL	Mode 9	9	0,003349	1,4%	0,1%	80,5%	89,0%	0,0%	82,5%
MODAL	Mode 10	10	0,003125	0,0%	0,0%	80,5%	89,0%	0,1%	82,5%
MODAL	Mode 11	11	0,003048	1,2%	0,2%	81,7%	89,3%	0,1%	82,7%
MODAL	Mode 12	12	0,003022	0,0%	0,3%	81,7%	89,6%	2,3%	85,0%
MODAL	Mode 13	13	0,002969	1,5%	0,3%	83,2%	89,8%	0,0%	85,0%
MODAL	Mode 14	14	0,002943	0,3%	0,0%	83,5%	89,8%	0,1%	85,1%
MODAL	Mode 15	15	0,002917	0,3%	0,2%	83,8%	90,1%	0,0%	85,1%
MODAL	Mode 16	16	0,002795	2,2%	0,8%	86,0%	90,8%	2,4%	87,5%
MODAL	Mode 17	17	0,002778	0,3%	0,2%	86,3%	91,0%	0,4%	87,9%
MODAL	Mode 18	18	0,002723	0,7%	0,4%	87,0%	91,4%	0,3%	88,2%
MODAL	Mode 19	19	0,002646	0,9%	0,1%	87,9%	91,4%	0,0%	88,2%
MODAL	Mode 20	20	0,002576	0,2%	0,1%	88,1%	91,5%	0,3%	88,5%

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

Se coloca impresiones de los 3 primeros modelos Modal1. Modal 2y Modal 3.

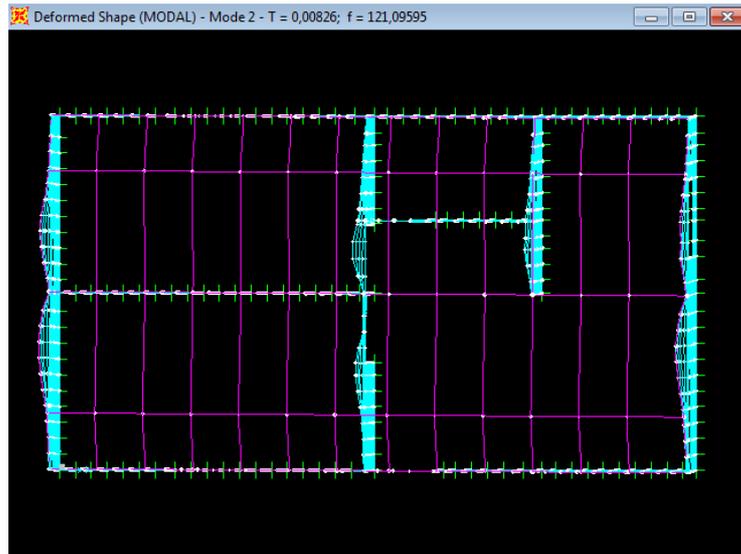
### FIGURA 3.23. COMPORTAMIENTO MODAL 1, SISTEMA FERROCEMENTO



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

El Movimiento se observa que se efectúa en el sentido y.

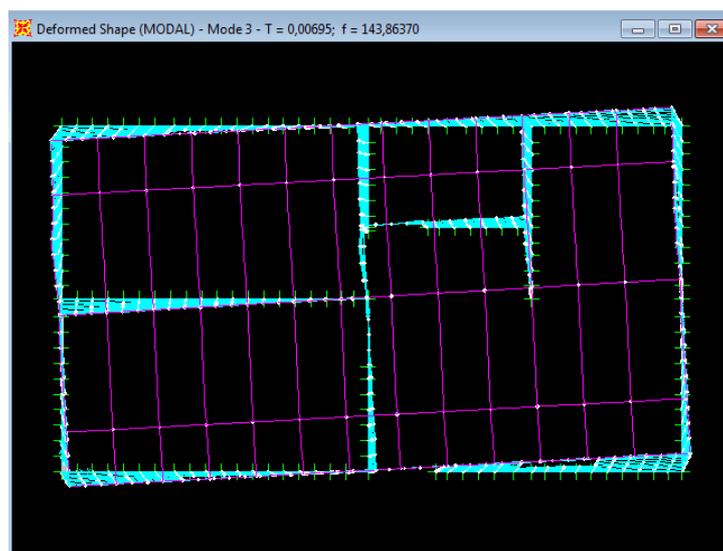
### FIGURA 3.24. COMPORTAMIENTO MODAL 2, SISTEMA FERROCEMENTO



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

El Movimiento se observa que se efectúa en el sentido x.

### FIGURA 3.25. COMPORTAMIENTO MODAL 3, SISTEMA FERROCEMENTO



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

El movimiento se observa que se efectúa en forma rotacional alrededor del eje z, representado la mayor parte del movimiento.

Observando los diferentes tipos de modales más importantes, llegando a la conclusión de que el modelo está bien configurando, con respecto a las secciones y sentidos que se ha escogido con anterioridad.

### CUADRO 3.28. Tabla De Cálculo Corte Basal Sistema De Ferrocemento

CARGA DE SISMO		
Z =	0,40	
I =	1,00	
C =	3,00	
T <sub>c</sub> =	0,13	
S =	1,20	
φ <sub>p</sub> =	1,00	
φ <sub>e</sub> =	1,00	
R =	3	
ZIC/(φ <sub>p</sub> φ <sub>e</sub> R) =	0,40	W
W =	4,0	
V =	1,595	T

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

### • ALTERNATIVA 3: APORTICADO

Calculo Carga Horizontal, Sismo

$$V = \frac{Z \cdot I \cdot C}{R \cdot \phi_p \cdot \phi_e} * W \quad (3.31)$$

- $Z = 0.4$  Guayllabamba, Pichincha se ubica en la zona 4.
- $I = 1.0$  Otras Estructuras
- $h_n = 2.90 \text{ m}$

$$T = C_t * h_n^{3/4} \quad (3.32)$$

- $T = 0.08 * 2.90^{3/4}$
- $T = 0.178$
- $S = 1.2$  S2: Suelos intermedios,  $C_m = 3.0$

$$C = \frac{1.25 * S^S}{T} \quad (3.33)$$

- $C = \frac{1.25 * 1.2^{1.2}}{0.178}$
- $C = 8.75$
- $0.50 < C < C_m$
- $\therefore C > C_m$ , entonces  $C = 3.0$
- $R = 8$  Sistemas de pórticos espaciales sismo-resistentes de hormigón armado con vigas banda
- $\phi_p = 1$
- $\phi_e = 1$
- $V = \frac{0.4 * 1.0 * 3.0}{8.0 * 1.0 * 1.0} * W$
- $V = 15\% W$

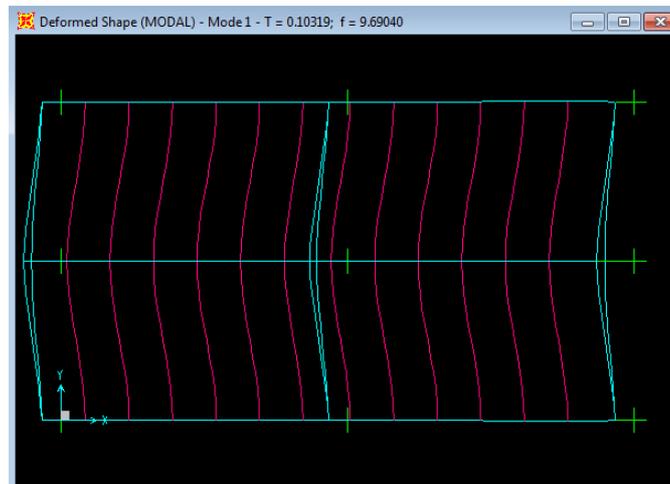
**CUADRO 3.29. TABLA DE PARTICIPACIÓN DE MASAS EN LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA APORTICADO**

Porcentaje de participación de masas en la estructura del sistema aporticado									
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ	SumRZ
Text	Text	Unitless	Sec	Percentage	Percentage	Percentage	Percentage	Percentage	Percentage
MODAL	Mode 1		0,103195	90,9%	0,0%	90,9%	0,0%	0,2%	13,8%
MODAL	Mode 2		0,084142	0,0%	88,1%	90,9%	88,1%	0,5%	56,9%
MODAL	Mode 3		0,076539	0,0%	0,0%	90,9%	88,1%	68,0%	87,2%
MODAL	Mode 4		0,072202	0,0%	0,0%	90,9%	88,1%	4,2%	91,4%
MODAL	Mode 5		0,066614	0,0%	9,1%	90,9%	97,3%	4,5%	95,9%
MODAL	Mode 6		0,063778	8,1%	0,0%	99,0%	97,3%	1,2%	97,1%
MODAL	Mode 7		0,045606	0,0%	0,0%	99,0%	97,3%	1,4%	98,5%
MODAL	Mode 8		0,038503	0,0%	2,7%	99,0%	100,0%	1,3%	99,8%
MODAL	Mode 9		0,031558	0,0%	0,0%	99,1%	100,0%	0,0%	99,8%
MODAL	Mode 10		0,029517	0,0%	0,0%	99,1%	100,0%	0,0%	99,8%
MODAL	Mode 11		0,029513	0,1%	0,0%	99,1%	100,0%	0,0%	99,8%
MODAL	Mode 12		0,026807	0,0%	0,0%	99,1%	100,0%	0,0%	99,8%

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

Se coloca impresiones de los 3 primeros modelos Modal1. Modal 2y Modal 3.

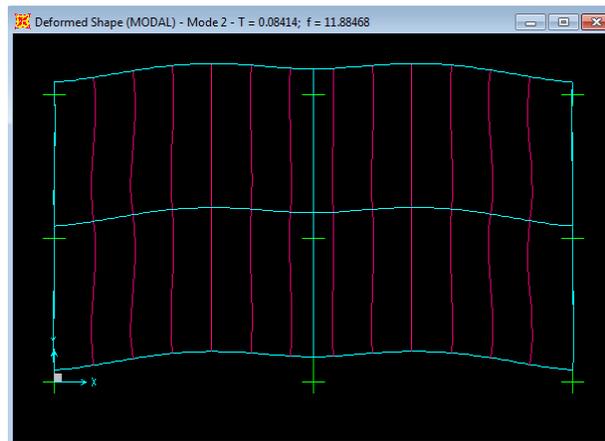
**FIGURA 3.26. COMPORTAMIENTO MODAL 1, SISTEMA APORTICADO H.S**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

El Movimiento se observa que se efectúa en el sentido x.

**FIGURA 3.27. COMPORTAMIENTO MODAL 2, SISTEMA APORTICADO H.S**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

El Movimiento se observa que se efectúa en el sentido y.

### FIGURA 3.28. COMPORTAMIENTO MODAL 3, SISTEMA APORTICADO H.S



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

El Movimiento se observa que se efectúa en forma rotacional alrededor del eje z, representado la mayor parte del movimiento.

Observando los diferentes tipos de modales más importantes, llegando a la conclusión de que el modelo está bien configurando, con respecto a las secciones y sentidos que se ha escogido con anterioridad.

### CUADRO 3.30. TABLA DE CÁLCULO CORTE BASAL SISTEMA DE APORTICADO

CARGA DE SISMO		
Z =	0.40	
I =	1.00	
C =	3.00	
T <sub>c</sub> =	0.18	
S =	1.20	
φ <sub>p</sub> =	1.00	
φ <sub>e</sub> =	1.00	
R =	8	
ZIC/(φ <sub>p</sub> φ <sub>e</sub> R)=	0.15	W
W =	20.4	
V =	3.065	T

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

### 3.3.5. RESUMEN DE CARGAS

**CUADRO 3.31. TABLA DE RESUMEN DE TODOS LOS TIPOS DE CARGAS**

RESUMEN DE CARGAS					
ALTERNATIVAS	CARGA MUERTA		CARGA VIVA	CARGA DE VIENTO	CARGA DE SISMO
	PESO(T)	PESO/ÁREA (T/M2)	PESO/ÁREA (T/M2)	CARGA (T/m2)	CARGA (T)
Alternativa 1 Sistema Mampostería Enchapada	17,30	0,48	0,102	0,0032	6,765
Alternativa 2 Sistema Muro Portante Ferrocemento	3,99	0,11	0,102	0,0032	1,595
Alternativa 3 Sistema Aporticado H.A	20,44	0,57	0,102	0,0032	3,065

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

### **3.4 PRE DISEÑO Y DISEÑO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LAS 3 ALTERNATIVAS**

#### **3.4.1. ALTERNATIVA 1 y 2 COMO SISTEMA DE MUROS PORTANTES ENCHAPADO Y FERROCEMENTO**

Para el análisis y diseño de los muros portantes se utilizará el panel simple reforzado el mismo que permite un refuerzo adicional mínimo en el caso de ser necesario, los espesores del enchape de hormigón, de 3cm y el espesor del bloque será de 10cm dando un total de 13 cm para la alternativa de enchapado; para la alternativa de ferrocemento se utilizara 1cm de enchapa a cada lado y el espesor de los refuerzos será de 1.5cm dando un total de 3.5cm de espesor de la mampostería.

##### **3.4.1.1. Criterio general para el caso de cargas uniformemente distribuido**

La verificación de los muros portantes se realiza en el estado límite último de agotamiento resistente, la tensión máxima, mayorada, producida en la mampostería no deberá superar el valor de la resistencia característica minorada.

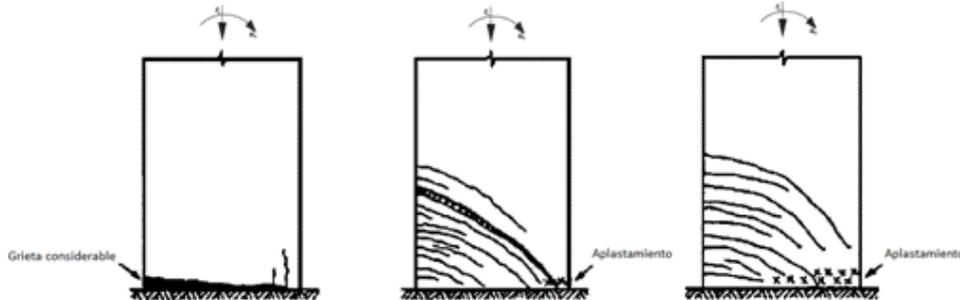
La situación normal de carga para los muros portantes es la acción de cargas uniformemente distribuidas, las descargas de las losas y el peso propio tienen esta condición, cuando se presenten cargas puntuales se ha visto que estas se dispersan y distribuyen en el muro, dada esta condición de carga, la verificación de los muros portantes se realiza por fajas representativas de sus acciones con un ancho que, por ser operativamente conveniente, se toma de 1 metro como se indica en la figura.

##### **3.4.1.2. Relación de aspectos**

El comportamiento de los muros se puede chequear mediante la relación  $h/L$ . Cuando la relación  $h/L$  es mayor que 3 el comportamiento es parecido al de una viga en voladizo, donde su mayor sollicitación se encuentra en la flexión

que ocurre en su base. En la figura 3.27 se puede observar la forma de falla de muros con alta relación de aspecto.

**FIGURA 3.29. MODOS DE FALLA EN MUROS DE ALTA RELACIÓN DE ASPECTO**

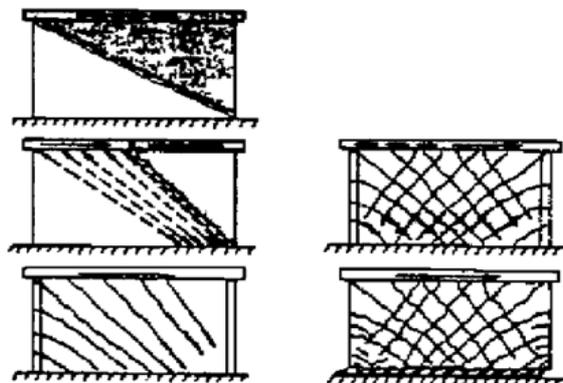


Fuente: Documento de titulación, Diego Quintero, Julio Ussher; Universidad de los Andes

Mientras la relación de aspecto sea menor va incrementando su rigidez, por lo que van adquiriendo una elevada resistencia a flexión. Para que el muro sufra deformaciones es necesario aplicar fuerzas cortantes muy altas, por esto se los conoce como muros de corte.

Los muros de corte tienden a fallar de forma frágil, por lo que se deben diseñar para que permanezcan en su rango elástico, esto se logra siendo generosos en la distribución de los aceros de refuerzo. En la figura 3.28 se puede observar la forma de falla de muros con baja relación de aspecto.<sup>25</sup>

**FIGURA 3.30. MODOS DE FALLA EN MUROS DE BAJA RELACIÓN DE ASPECTO**



Fuente: Documento de titulación, Diego Quintero, Julio Ussher; Universidad de los Andes

<sup>25</sup> Quintero D, Ussher J. (2008). Asistente computacional, para el Análisis y diseño y construcción de un edificio con muros portantes. Colombia

### 3.4.1.3. Esbeltez

Para el cálculo del factor de reducción por efectos de excentricidad y esbeltez se sigue la norma ecuatoriana de la construcción NEC capítulo 10, la misma que está basada en las normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de mampostería para México. En estas normas se encuentra descrito un procedimiento de cálculo para la determinación de un factor de reducción debido a la esbeltez.

Para muros sin arrostramiento, se podrá tomar el valor de  $F_e$  igual a 0,7 para muros interiores y 0,6 para muros extremos. Para el cálculo del factor se toma la siguiente formula en muros sin arrostramiento:

$$F_E = \left(1 - \frac{2e'}{t}\right) \left[1 - \left(\frac{kH}{30t}\right)^2\right] \quad \text{NEC 10.5.4.2} \quad (3.2)$$

Dónde:

H = altura libre de un muro entre elementos capaces de darle apoyo lateral;

$e'$  = excentricidad calculada para la carga vertical más una excentricidad accidental igual a  $t/24$ ;

t = espesor del muro

k = factor de altura efectiva del muro que se determina según el siguiente criterio.

k = 2 para muros sin restricción al desplazamiento lateral en su extremo superior.

k = 1 para muros extremos que se apoyan en losas; y

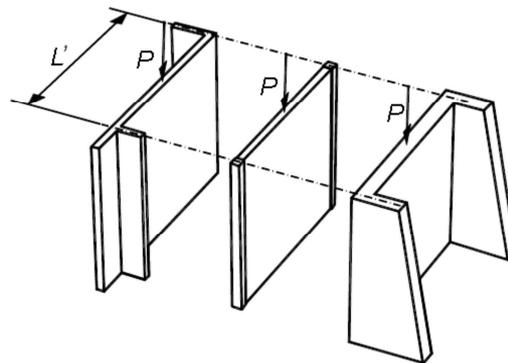
k = 0.8 para muros limitados por dos losas continuas a ambos lados

En caso el muro se encuentre arriostrado o ligado a muros transversales, contrafuertes o columnas que restrinjan su desplazamiento lateral, el factor se calculara con:

$$F_E = \left(1 - \frac{2e'}{t}\right) \left[1 - \left(\frac{kH}{30t}\right)^2\right] \left(1 - \frac{H}{L'}\right) + \frac{H}{L'} \leq 0.9 \quad \text{NEC 10.5.4.2} \quad (3.3)$$

Donde  $L'$  es la separación de los elementos que rigidizan transversalmente al muro como se muestra en la figura 3.29.

**FIGURA 3.31. RESTRICCIÓN A LA DEFORMACIÓN LATERAL**



Fuente: Tomado de las normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de mampostería

En la estructura se obtiene:

**CUADRO 3.32. Relación de aspecto de los muros.**

PIER	h cm	L cm	t cm	L' cm	h/l	Agotamiento	k	Fe
P1-1	230	225	3	225	1,02	Corte	2	0,9
P1-2	230	212	3	225	1,08	Corte	2	0,9
P2-0	230	126	3	225	1,83	Corte	2	0,9
P3-0	230	126	3	225	1,83	Corte	2	0,9
P4-1	241	111	3	225	2,17	Corte	2	0,9
P4-2	241	102	3	225	2,36	Corte	2	0,9
P5-1	230	276	3	225	0,83	Corte	2	0,9
P5-2	230	74	3	225	3,11	Flexión	2	0,9
P6-1	230	150	3	225	1,53	Corte	2	0,9
P6-2	230	150	3	225	1,53	Corte	2	0,9
P6-3	230	103	3	225	2,23	Corte	2	0,9
P6-4	230	118	3	225	1,95	Corte	2	0,9
P7-0	290	387	3	225	0,75	Corte	2	0,9
P8-0	261	130	3	225	2,01	Corte	2	0,9
P9-1	230	275	3	225	0,84	Corte	2	0,9
P9-2	230	82	3	225	2,80	Corte	2	0,9
P9-3	230	144	3	225	1,60	Corte	2	0,9
P9-4	230	150	3	225	1,53	Corte	2	0,9

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

### 3.4.1.4. Diseño a Flexo-Compresión para el sistema de Enchapado

**CUADRO 3.33. TABLA DE ESFUERZOS MÁXIMOS DEL MURO ANALIZADO**

Esfuerzos Máximos			
COMB1	$\sigma_{max1} =$	0.1818	T/m <sup>2</sup>
COMB2	$\sigma_{max2} =$	1.1172	T/m <sup>2</sup>
COMB3	$\sigma_{max3} =$	0.8054	T/m <sup>2</sup>
COMB4	$\sigma_{max4} =$	0.8706	T/m <sup>2</sup>

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

**CUADRO 3.34. TABLA DE ESFUERZOS MÍNIMOS DEL MURO ANALIZADO**

Esfuerzos Mínimos			
COMB1	$\sigma_{max1} =$	-0.0054	T/m <sup>2</sup>
COMB2	$\sigma_{max2} =$	-0.0339	T/m <sup>2</sup>
COMB3	$\sigma_{max3} =$	-0.0209	T/m <sup>2</sup>
COMB4	$\sigma_{max4} =$	-0.0304	T/m <sup>2</sup>

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

Para realizar el diseño por flexo-compresión, se obtiene los esfuerzos máximos y mínimos, los mismos que indican las combinaciones de momentos y cargas axiales que provocan dichos esfuerzos máximos.

$$\sigma_{\max}, \sigma_{\min} = \frac{P_U}{A} \pm \frac{M_{X,Y} \cdot Y}{I}$$

**P<sub>U</sub>**: Carga axial en el muro de las combinaciones de cargas.

**A**: área bruta del muro, se considera únicamente el área de hormigón.

**M**: momento actuante en el plano perpendicular al muro, de las combinaciones de carga.

**Y**: distancia a la fibra extrema en el muro para el caso la mitad de la longitud del muro.

**I**: inercia del muro en la dirección larga, en la actuante del momento.

Se toma el muro P7 para su comprobación de donde se obtiene:

Para el sistema de enchapado:

**CUADRO 3.35. DATOS PARA FLEJO COMPRESIÓN DEL SISTEMA ENCHAPADO.**

DATOS	UNIDADES	UNIDADES
$f'c$	210	kg/cm <sup>2</sup>
$Fy$	4200	kg/cm <sup>2</sup>
$\phi$	0,35	cm
Nb	8	
a/2	0,3825	cm
b	290	cm
d	1,5	cm
Cc	0,90	cm
Ec	0,003	
Mod Ac	2100000	
Ey	0,002	

Datos Tipo de Muro		
Largo "L"	387	cm
Espesor "e"	3	cm
Altura "h"	290	cm
Datos malla		
Díametro " $\Phi$ "	0,45	cm
Espaciamento	15	cm

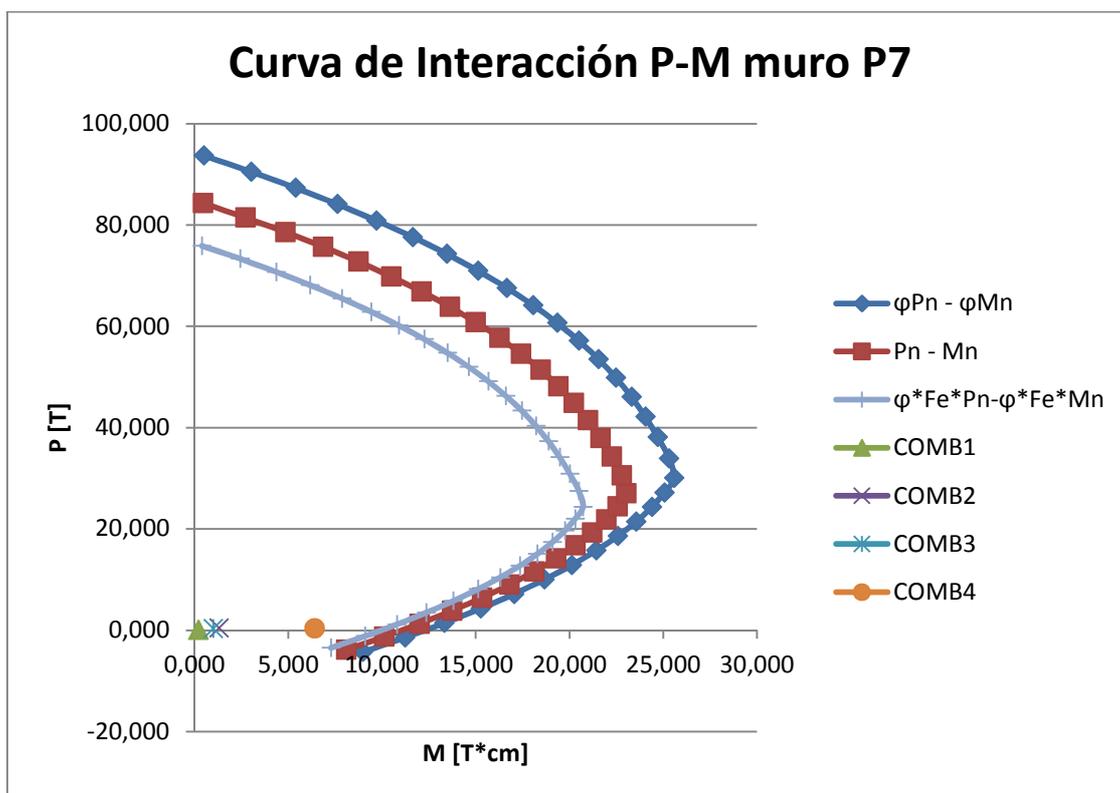
Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

**CUADRO 3.36. ANÁLISIS DE FLEJO COMPRESIÓN PARA EL SISTEMA ENCHAPADO.**

Fuerzas (T)	Momentos (Tcm)	$\phi$	$\phi$ *Fuerzas (T)	$\phi$ *Momentos (Tcm)	Fe* $\phi$ *PN (T)	Fe*Mn* $\phi$ (Tcm)
-4,284	8,983	0,90	-3,86	8,08	-3,47	7,28
-1,424	11,235	0,90	-1,28	10,11	-1,15	9,10
1,436	13,329	0,89	1,29	12,00	1,16	10,80
4,296	15,265	0,87	3,87	13,74	3,48	12,36
7,156	17,043	0,84	6,44	15,34	5,80	13,80
10,016	18,663	0,82	9,01	16,80	8,11	15,12
12,876	20,124	0,80	11,59	18,11	10,43	16,30
15,736	21,428	0,78	14,16	19,29	12,75	17,36
18,596	22,574	0,75	16,74	20,32	15,06	18,28
21,456	23,562	0,73	19,31	21,21	17,38	19,09
24,316	24,392	0,71	21,88	21,95	19,70	19,76
27,176	25,063	0,70	24,46	22,56	22,01	20,30
30,036	25,577	0,70	27,03	23,02	24,33	20,72
33,930	25,313	0,70	30,54	22,78	27,48	20,50
38,121	24,712	0,70	34,31	22,24	30,88	20,02
42,151	24,050	0,70	37,94	21,64	34,14	19,48
46,047	23,310	0,70	41,44	20,98	37,30	18,88
49,831	22,479	0,70	44,85	20,23	40,36	18,21
53,521	21,546	0,70	48,17	19,39	43,35	17,45
57,130	20,504	0,70	51,42	18,45	46,28	16,61
60,670	19,346	0,70	54,60	17,41	49,14	15,67
64,149	18,066	0,70	57,73	16,26	51,96	14,63
67,576	16,660	0,70	60,82	14,99	54,74	13,49
70,956	15,123	0,70	63,86	13,61	57,47	12,25
74,296	13,453	0,70	66,87	12,11	60,18	10,90
77,599	11,646	0,70	69,84	10,48	62,86	9,43
80,871	9,701	0,70	72,78	8,73	65,51	7,86
84,113	7,615	0,70	75,70	6,85	68,13	6,17
87,330	5,387	0,70	78,60	4,85	70,74	4,36
90,523	3,014	0,70	81,47	2,71	73,32	2,44
93,695	0,496	0,70	84,33	0,45	75,89	0,40

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

**FIGURA 3.32. CURVA DE INTERACCIÓN P-M DEL SISTEMA ENCHAPADO.**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

**Para el sistema de ferrocemento**

**CUADRO 3.37. DATOS PARA FLEJO COMPRESIÓN DEL SISTEMA FERROCEMENTO.**

DATOS	UNIDADES	UNIDADES
$f'_c$	210	kg/cm <sup>2</sup>
$F_y$	4200	kg/cm <sup>2</sup>
$\phi$	0,35	cm
$N_b$	8	
$a/2$	0,605625	cm
$b$	290	cm
$d$	2,375	cm
$C_c$	1,43	cm
$E_c$	0,003	
Mod Ac	2100000	
$E_y$	0,002	

Datos Tipo de Muro		
Largo "L"	387	cm
Espesor "e"	3,5	cm
Altura "h"	290	cm

Datos malla armazón		
Díametro " $\Phi$ "	0,45	cm
Espaciamento	15	cm

Datos malla refuerzo hexagonal		
Díametro " $\Phi$ "	0,125	cm
Espaciamento	5,08	cm

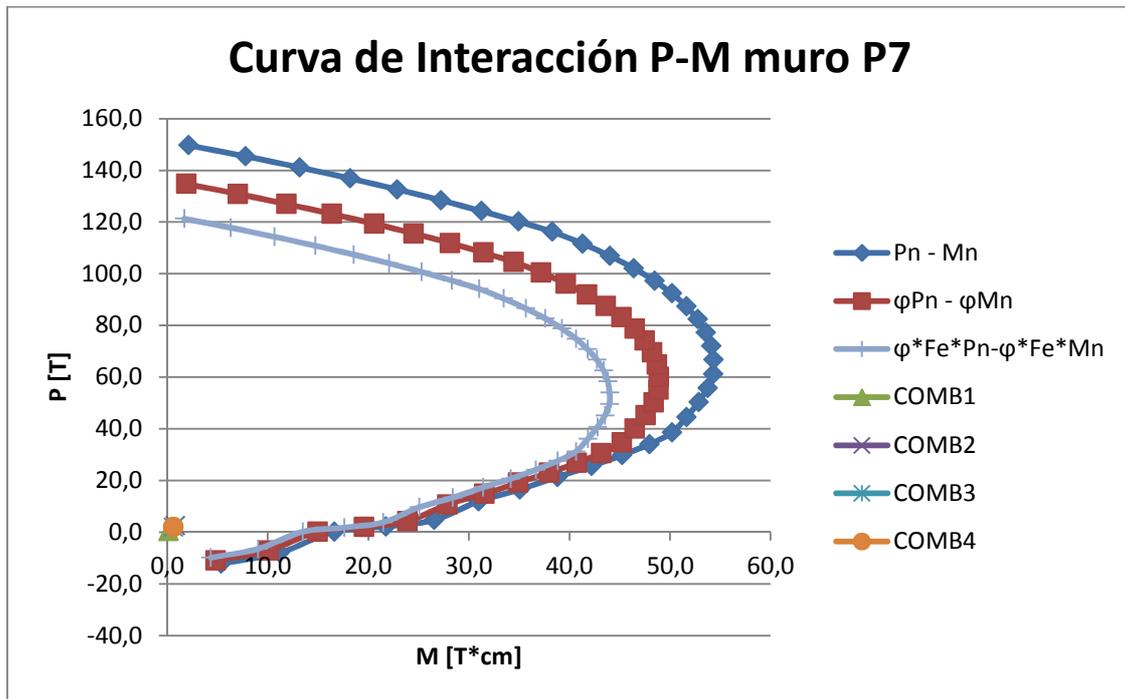
Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

**CUADRO 3.38. ANÁLISIS DE FLEJO COMPRESIÓN PARA EL SISTEMA FERROCEMENTO.**

Fuerzas (T)	Momentos (Tcm)	$\varphi$	$\varphi$ *Fuerzas (T)	$\varphi$ *Momentos (Tcm)	$\varphi$ *Fe*Pn (T)	$\varphi$ *Fe*Mn (T)
-12,2	5,3	0,90	-10,99	4,80	-9,89	4,32
-8,0	11,1	0,90	-7,19	10,03	-6,47	9,03
0,2	16,6	0,90	0,18	14,95	0,17	13,45
2,2	21,7	0,88	1,96	19,56	1,76	17,60
4,7	26,5	0,86	4,22	23,86	3,79	21,47
11,9	30,9	0,81	10,70	27,85	9,63	25,06
16,4	35,0	0,77	14,80	31,53	13,32	28,37
21,3	38,8	0,73	19,19	34,89	17,27	31,40
25,5	42,2	0,70	22,99	37,95	20,69	34,16
29,8	45,2	0,70	26,80	40,70	24,12	36,63
34,0	47,9	0,70	30,60	43,14	27,54	38,82
38,5	50,2	0,70	34,69	45,17	31,22	40,65
44,5	51,6	0,70	40,08	46,47	36,07	41,82
50,3	52,8	0,70	45,23	47,54	40,71	42,79
55,8	53,7	0,70	50,19	48,36	45,17	43,53
61,2	54,3	0,70	55,07	48,85	49,56	43,97
66,7	54,3	0,70	60,02	48,88	54,02	43,99
72,0	54,1	0,70	64,84	48,67	58,36	43,80
77,3	53,6	0,70	69,55	48,20	62,59	43,38
82,4	52,7	0,70	74,16	47,46	66,74	42,71
87,4	51,6	0,70	78,69	46,45	70,82	41,81
92,4	50,2	0,70	83,15	45,17	74,84	40,65
97,3	48,4	0,70	87,55	43,60	78,80	39,24
102,1	46,4	0,70	91,90	41,74	82,71	37,57
106,9	44,0	0,70	96,21	39,60	86,59	35,64
111,6	41,3	0,70	100,47	37,17	90,42	33,45
116,2	38,3	0,70	104,61	34,44	94,15	30,99
120,2	34,9	0,70	108,21	31,42	97,39	28,27
124,3	31,2	0,70	111,88	28,10	100,69	25,29
128,4	27,2	0,70	115,60	24,48	104,04	22,03
132,6	22,8	0,70	119,38	20,56	107,44	18,50
136,9	18,2	0,70	123,19	16,34	110,87	14,71
141,1	13,1	0,70	127,02	11,82	114,32	10,64
145,4	7,8	0,70	130,89	7,00	117,80	6,30
149,7	2,1	0,70	134,77	1,88	121,29	1,69

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

**FIGURA 3.33. CURVA DE INTERACCIÓN P-M DEL SISTEMA FERROCEMENTO.**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

#### 3.4.1.5. Diseño a corte

En el diseño por corte en los muros de los sistemas enchapado y ferrocemento, se debe determinar las combinaciones de carga que producen los máximos esfuerzos en el muro, se establece que se agote primero a flexión de manera tal que no se produzca una falla frágil, es por esta razón que se calcula un cortante mayorado con un factor de reducción de fuerzas sísmicas pequeño, considerando la carencia de ductilidad de este tipo de estructuras. Una vez encontradas las combinaciones que producen los esfuerzos máximos se tiene que verificar que estas acciones se encuentren dentro del diagrama de interacción del muro, se tiene que comprobar que las solicitaciones se encuentren siempre dentro de las capacidades del muro.

$$V_{u \text{ Diseño}} = V_{u \text{ Calculado}} * \frac{C}{S}$$

Dónde:

$V_{u \text{ Diseño}}$ : Corte mayorado por la relación capacidad solicitación.

$V_u$  *Calculado*: Corte máximo de las combinaciones que producen el esfuerzo máximo y mínimo.

$C$ : Valor de la capacidad de momento de la sección, reducido por un valor  $\Phi$ .

$S$ : Valor de momento de la sollicitación.

En el análisis de los muros de los sistema empleados, puesto que las fuerzas cortantes ya fueron mayoradas durante el cálculo del corte basal, en donde se tomó un valor de R igual 3 obteniendo un 40% del peso de la estructura; no se requiere utilizar un factor de mayorización.

Para un análisis adecuado de los elementos estructurales de las alternativas mencionadas, se debe conocer que el corte máximo indica el valor límite, que pueden resistir los elementos estructurales. Si la sollicitación o la capacidad superaran el valor del corte máximo se tendría que rediseñar los muros.

Para el cálculo del corte máximo se utiliza la siguiente formula.

$$V_{n\ max} = \Phi * 2.65 * \sqrt{f'c} * b_w * d$$

Dónde:

$V_{n\ max}$  = Corte máximo

$\Phi$  = Factor de reducción de capacidad por corte con un valor de 0.6

$f'c$  =Esfuerzo máximo del hormigón.

$b_w$  = Espesor de la sección de hormigón que resistirá el corte.

$d$  = Longitud reducida del muro  $d = 0.8 * L_w$

El factor de reducción de capacidad por corte  $\phi$ , de manera más conservadora, se toma el valor de 0.6 en lugar de 0.85.

Para determinar la resistencia, del muro al cortante, se utiliza la siguiente ecuación

$$\phi V_n = \phi * A_{cv} * (\alpha * \sqrt[2]{f'c} + \rho_s * f_y)$$

Dónde:

$\phi V_n$ : Resistencia al cortante del muro.

$\phi$ : Factor de reducción de capacidad por corte con un valor de 0.6

$A_{cv}$ : Área de la sección transversal resistente al corte

$$A_{cv} = t * (0.8 * L_w)$$

$$\alpha = 0.80 ; \quad \text{si } \left(\frac{h}{L_w}\right) \geq 2$$

$$\alpha = 0.53 ; \quad \text{si } \left(\frac{h}{L_w}\right) \leq 1.5$$

$f'c$ : Esfuerzo máximo del hormigón.

$\rho_s$ : Cuantía de acero de refuerzo de la sección transversal en el muro.

$f_y$ : Esfuerzo de fluencia del Acero longitudinal del muro.

**CUADRO 3.39. SOLICITACIONES PARA EL SISTEMA ENCHAPADO**

MURO	P	V2	V3	M2	M3
	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-cm	Kgf-cm
P11	333,4	14,6	8,0	4125,9	264,9
P12	160,3	21,2	12,1	8934,0	23,5
P2	159,8	7,3	13,2	7002,0	75,5
P3	15,9	19,4	15,0	7854,0	503,9
P4	60,4	0,7	77,3	3768,0	316,9
P51	193,6	7,4	64,3	9912,0	464,0
P52	27,2	14,8	7,6	1613,4	115,0
P61	114,0	65,3	0,6	5,6	1431,0
P62	53,9	43,7	0,1	7,2	1769,4
P63	23,7	27,6	0,0	0,5	5907,0
P64	-3,6	0,9	0,0	-0,6	-364,3
P64	56,7	23,7	0,1	10,8	2289,6
P7	43,9	54,5	0,2	3,5	2576,4
P8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P91	22,9	51,1	0,4	6,8	1986,0
P92	32,9	35,8	0,1	2,7	4605,6
P93	39,0	16,3	0,2	4,3	2133,6

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

**CUADRO 3.40. TABLA DE CORTES VU, VN SISTEMA ENCHAPADO**

COMBOS	Vu	Vc	$\Phi Vc/2$	Vn
COMB1	0.013	3.06	1.07	9.4
COMB2	0.086	3.06	1.07	9.4
COMB3	0.065	3.06	1.07	9.4
COMB4	0.064	3.06	1.07	9.4

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

Consideraciones:

Si  $Vu \leq \frac{\Phi * Vc}{2}$  se considera como refuerzo el mínimo regido por la fórmula propuesta por el ACI  $Ah = 0.0020 bh$

**CUADRO 3.41. REFUERZO VERTICAL PARA EL SISTEMA ENCHAPADO**

Refuerzo mínimo Vertical para el Sist. Enchapado	
Para malla electrosoldadas, de alambre corrugado o liso no mayor de w31 y D31	Ahmin
	0.36 cm <sup>2</sup>

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

**CUADRO 3.42. REFUERZO HORIZONTAL PARA EL SISTEMA ENCHAPADO**

Refuerzo mínimo Horizontal para el Sist. Enchapado	
Para malla electrosoldadas, de alambre corrugado o liso no mayor de w31 y D31	Ahmin
	0.6 cm <sup>2</sup>

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

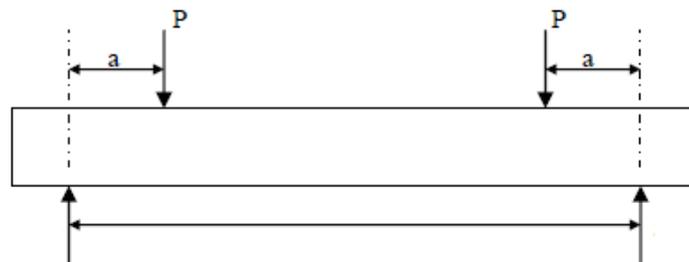
Al igual para el ferrocemento si cumple que  $Vu \leq \frac{\Phi * Vc}{2}$  se considera como refuerzo el mínimo regido por la fórmula propuesta por el ACI  $Ah = 0.0020 bh$ .

#### 3.4.1.6. Comprobación a corte para el ferrocemento en la dirección transversal

Existe limitada bibliografía o referencias sobre el comportamiento del ferrocemento frente al corte. Para la comprobación del corte en estos elementos se hace referencia a la tesis realizada por T. Chandrasekhar

Department of Civil Engineering<sup>26</sup>, donde realizan ensayos de paneles de ferrocemento a corte y determinan una forma empírica de estimar el cortante nominal de un elemento de ferrocemento.

**FIGURA 3.34. DETALLE DE LA MUESTRA DE ENSAYADA.**



Fuente: “an appraisal of the shear resistance of ferrocement elements”

$$V_n = \frac{\sqrt{f_m}}{a/d} \left( 0.0856 + 0.0028 \frac{v_f * f_y}{\sqrt{f_m}} \right) * b * d$$

Donde

- $f_m$  Resistencia a compresión del mortero
- $f_y$  Esfuerzo de fluencia de la malla de acero
- $d$  espesor del elemento
- $b$  Ancho del elemento
- $v_f$  Fracción de volumen de la malla de acero
- $a/d$  Relación  $a/d$  mostrada en la figura 3.32

<sup>26</sup>T. Chandrasekhar (Department of Civil Engineering, S.V.H. College of Engineering, Machilipatnam, India), T.D. Gunneswara (Department of Civil Engineering, National Institute of Technology, Warangal-506 004, India) y N.V. Ramana (Department of Civil Engineering, JNTU College of Engineering, Hyderabad, India); titulada “AN APPRAISAL OF THE SHEAR RESISTANCE OF FERROCEMENT ELEMENTS”

**CUADRO 3.43. SOLICITACIONES DEL SISTEMA FERROCEMENTO, SAP 2000.**

MURO	P	V2	V3	M2	M3
	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-cm	Kgf-cm
P1-1	56,4	0,2	1,7	3763,5	5,1
P1-2	56,6	0,2	20,1	388,4	5,1
P2-0	314,6	0,2	12,3	1102,1	4,0
P3-0	252,7	0,2	13,6	2326,3	4,2
P4-1	165,1	129,9	-0,4	1,0	4945,0
P4-2	168,1	119,9	-0,5	0,9	468,0
P5-1	7476,8	0,0	0,0	123403,4	9034,9
P5-2	204,7	0,1	15,5	1908,4	4,0
P6-1	128,1	85,0	0,0	1,7	19558,6
P6-2	187,6	130,4	0,1	1,5	4945,5
P6-3	187,1	129,9	-0,4	1,0	4945,0
P6-4	111,1	68,0	0,0	1,5	19541,6
P7-0	1454,2	125,2	0,0	0,7	27476,4
P8-0	168,1	129,9	-0,4	1,0	4945,0
P9-1	1345,8	162,2	0,2	5,9	19625,1
P9-2	269,4	38,4	0,0	0,6	2053,4
P9-3	169,4	28,4	-102,0	-100,4	1953,4
P9-4	69,4	18,4	-204,0	-201,4	1853,4

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

**CUADRO 3.44. COMPROBACIÓN DEL CORTE EN LA DIRECCIÓN TRANSVERSAL.**

Muro	h cm	b cm	d cm	As cm <sup>2</sup>	vf	Vn kg	Vu Kgf	Vu< $\phi$ Vn
P1-1	230	225	3	4,07	0,6034	1098,48	0,2	OK
P1-2	230	212	3	3,80	0,5978	1089,87	0,2	OK
P2-0	230	126	3	2,18	0,5758	1056,61	0,2	OK
P3-0	230	126	3	2,18	0,5758	1056,61	0,2	OK
P4-1	241	111	3	1,90	0,5720	1050,96	129,9	OK
P4-2	241	102	3	1,90	0,6199	1123,36	119,9	OK
P5-1	230	276	3	4,89	0,5908	1079,36	0,0	OK
P5-2	230	74	3	1,36	0,6116	1110,81	0,1	OK
P6-1	230	150	3	2,72	0,6034	1098,48	85,0	OK
P6-2	230	150	3	2,72	0,6034	1098,48	130,4	OK
P6-3	230	103	3	1,90	0,6152	1116,19	129,9	OK
P6-4	230	118	3	2,17	0,6137	1113,94	68,0	OK
P7-0	290	387	3	7,06	0,6078	1105,03	125,2	OK
P8-0	261	130	3	2,44	0,6256	1132,03	129,9	OK
P9-1	230	275	3	4,89	0,5930	1082,61	162,2	OK
P9-2	230	82	3	1,36	0,5535	1023,02	38,4	OK
P9-3	230	144	3	2,71	0,6277	1135,11	28,4	OK
P9-4	230	150	3	2,72	0,6034	1098,48	18,4	OK

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

### 3.4.1.1. Diseño a flexión del ferrocemento

El diseño de flexión de los elementos de ferrocemento se lo realiza de acuerdo con el ACI comité 549 titulado, Guía para el diseño, construcción y reparación de ferrocemento.

Para el diseño de los elementos se toma los siguientes criterios de diseño: La deformación unitaria máxima permitida en el mortero es de 0.003.

Para esfuerzos menores al de fluencia  $f_y$  se tomara como  $E_r$  veces el esfuerzo del refuerzo, donde  $E_r$  es el modulo efectivo del refuerzo puede ser obtenido por el cuadro 3.44, presente en el ACI. Para esfuerzos mayores al de fluencia se toma el de fluencia  $f_y$ .

Se desprecia la resistencia a tracción del mortero.

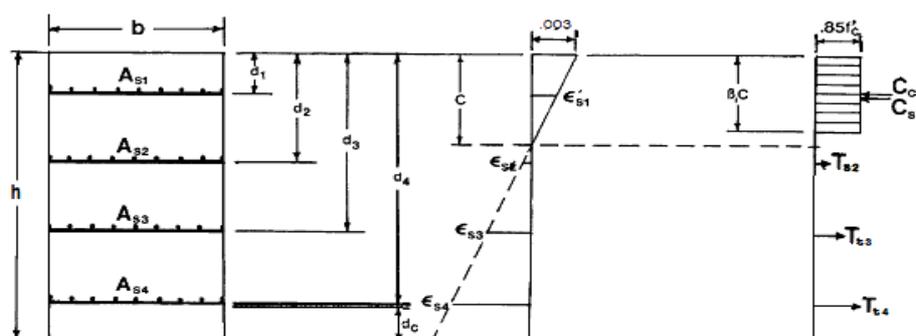
Las secciones planas permanecen planas después aplicadas las cargas.

#### CUADRO 3.45. VALORES MÍNIMOS DE ESFUERZOS DE FLUENCIA Y MODULO EFECTIVO DE LAS MALLAS DE REFUERZO RECOMENDADAS PARA EL DISEÑO.

		Woven square mesh	Welded square mesh	Hexagonal mesh	Expanded metal mesh	Longitudinal bars
Yield strength	$f_y$ , ksi (MPa)	65 (450)	65 (450)	45 (310)	45 (310)	60 (414)
Effective modulus	$(E_r)_{long.}$ $10^3$ ksi ( $10^3$ MPa)	20 (138)	29 (200)	15 (104)	20 (138)	29 (200)
	$(E_r)_{trans.}$ $10^3$ ksi ( $10^3$ MPa)	24 (165)	29 (200)	10 (69)	10 (69)	— —

Fuente: ACI 549 Table 4.1

#### FIGURA 3.35. DISTRIBUCIÓN DE FUERZAS Y ESFUERZOS EN UNA SECCIÓN DE FERROCEMENTO



Fuente: ACI 549 Fig 4.1

### Fracción de volumen de refuerzo

La fracción de volumen de refuerzo  $V_f$ , es el volumen total de refuerzo dividido para el volumen del compuesto.

$$V_f = \frac{V_m}{V_c} \quad (3.10)$$

$$V_c = \gamma_m * h * \text{Area} \quad (3.11)$$

$$V_m = N * W_m * \text{Area} \quad (3.12)$$

Alternativamente para mallas de refuerzo cuadradas o rectangulares se utiliza la ecuación:

$$V_f = \frac{N * \pi * d_b^2}{4 * h} * \left( \frac{1}{Dl} + \frac{1}{Dt} \right) \quad (3.13)$$

Donde,

$N$	Numero de capas de refuerzo
$h$	Espesor del elemento
$Dl$	Espaciamiento longitudinal entre alambres de la malla
$Dt$	Espaciamiento transversal entre alambres de la malla
$d_b$	Diámetro del alambre de la malla
$V_f$	Fracción de volumen de refuerzo
$V_m$	Volumen de la malla
$V_c$	Volumen de la sección de ferrocemento
$W_m$	Peso unitario de la malla
$\gamma_m$	Densidad de la malla de refuerzo

### Área efectiva de refuerzo

El área de refuerzo por capa de malla de acero se considera como efectivo para resistir esfuerzos en una sección de ferrocemento se determina de la siguiente manera.

$$A_{si} = \eta * V_{ft} * A_c \quad \text{ACI 549 (4-2)}$$

Donde,

- $A_{si}$  Área efectiva de refuerzo por capa
- $\eta$  Factor global de eficiencia de la malla de refuerzo en el sentido considerado. Obtenido del cuadro
- $A_c$  Área bruta de la sección de mortero

**CUADRO 3.46. VALORES DE DISEÑO RECOMENDADOS DEL FACTOR GLOBAL DE EFICIENCIA.**

		Woven square mesh	Welded square mesh	Hexagonal mesh	Expanded metal mesh	Longitudinal bars
Global efficiency factor	Longitudinal $\eta_l$	0.50	0.50	0.45	0.65	1
	Transverse $\eta_t$	0.50	0.50	0.30	0.20	0
	At 45 deg, $\eta_\theta = 45$	0.35	0.35	0.30	0.30	0.70

Fuente: ACI 549 Table 4.2

### Refuerzo mínimo

Para el cálculo del refuerzo mínimo se permite el uso del ACI318.

$$\rho_{min} = \frac{14}{f_y}$$

$$\rho_{min} = \frac{14}{5000} = 0.0028$$

$$A_s = \rho_{min} * b * d$$

**CUADRO 3.47. ACERO MÍNIMO DE REFUERZO**

Minimo	
$\rho_{min}$	0,0028
<b>As</b>	0,70 cm2/m
<b>As</b>	70,00 mm2/m

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

Como refuerzo se colocan mallas R131 y dos mallas hexagonales.

**CUADRO 3.48. CALCULO DE LA FRACCIÓN DE VOLUMEN DE REFUERZO**

<b>N</b>	3	
<b>h</b>	3,5	cm
<b>Wm</b>	0,000184447	kg/cm2
<b>ym</b>	7,85	g/cm3
<b>Vm</b>	0,000553342	cm3
<b>Vc</b>	0,027475	cm3
<b>Vf</b>	2,013982889	%

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

**CUADRO 3.49. CALCULO DEL ÁREA DE ACERO EFECTIVO.**

Flexion		
<b>N</b>	3	
<b>Vf</b>	2,013982889	%
<b>f'c</b>	140	kg/cm2
<b>b</b>	100	cm
<b>t</b>	3,5	cm
<b>db</b>	0,5	cm
<b>d''</b>	1	cm
<b>fy</b>	4588,722958	kg/cm2
<b>Er</b>	2039432,426	kg/cm2
<b>n</b>	0,5	
<b>β1</b>	0,85	
<b>Vfi</b>	0,67132763	%
<b>Asi</b>	1,174823352	cm2

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

Se calcula las distancias hacia las mallas de refuerzo para la determinación de las tensiones.

$$s = \frac{[h - (2 * d'' + d_b)]}{(N - 1)} \quad (3.14)$$

**CUADRO 3.50. DISTANCIAS DE LAS CAPAS DE REFUERZO**

Espacios entre capas		
<b>s</b>	0,5	cm
<b>d1</b>	1,25	cm
<b>d2</b>	1,75	cm
<b>d3</b>	2,25	cm

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

Se determina la distancia de la fibra exterior hasta el eje neutro c, mediante un proceso de prueba y error.

**CUADRO 3.51. CÁLCULO DEL VALOR C**

Calculo de c		
c	1,19449	cm
ε <sub>cu</sub>	0,003	
ε <sub>y</sub>	0,00245166	
ε <sub>s1</sub>	0,00013942	
f <sub>s1</sub>	284,327773	kg/cm <sup>2</sup>
ε <sub>s2</sub>	0,00139518	
f <sub>s2</sub>	5000	kg/cm <sup>2</sup>
ε <sub>s3</sub>	0,00265095	
f <sub>s3</sub>	5000	kg/cm <sup>2</sup>
C <sub>c</sub>	12082,2664	kg
T <sub>s1</sub>	334,034908	kg
T <sub>s2</sub>	5874,11676	kg
T <sub>s3</sub>	5874,11676	kg
ΣT	12082,2684	kg
ΣC	12082,2664	kg
ΣT-ΣC	0,00207762	OK

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

Se calcula la capacidad nominal de la sección.

$$M_n = \sum_{i=1}^n C_{si} * T_{si} * \left( d_i - \frac{\beta_1 * c}{2} \right)$$

$$M_n = 17780.35 \text{ kg} * \text{cm/m}$$

**CUADRO 3.52. CHEQUEO A FLEXIÓN DEL FERROCEMENTO**

Muro	h cm	L cm	t cm	Mu Kgf-cm	φMn Kgf-cm	Chequeo
P1-1	230	225	3,5	3763,5	36005,2035	OK
P1-2	230	212	3,5	388,4	33924,9029	OK
P2-0	230	126	3,5	1102,1	20162,914	OK
P3-0	230	126	3,5	2326,3	20162,914	OK
P4-1	241	111	3,5	4945,0	17762,5671	OK
P4-2	241	102	3,5	468,0	16322,3589	OK
P5-1	230	276	3,5	9034,9	44166,383	OK
P5-2	230	74	3,5	1908,4	11841,7114	OK
P6-1	230	150	3,5	19558,6	24003,469	OK
P6-2	230	150	3,5	4945,5	24003,469	OK
P6-3	230	103	3,5	4945,0	16482,3821	OK
P6-4	230	118	3,5	18328,6	18882,729	OK
P7-0	290	387	3,5	27476,4	61928,9501	OK
P8-0	261	130	3,5	4945,0	20803,0065	OK
P9-1	230	275	3,5	19625,1	44006,3599	OK
P9-2	230	82	3,5	2053,4	13121,8964	OK
P9-3	230	144	3,5	1953,4	23043,3303	OK
P9-4	230	150	3,5	1853,4	24003,469	OK

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

### 3.4.2. ALTERNATIVA 3 SISTEMA APORTICADO

- **Diseño de Columna tipo 1**

Para el sistema aporticado mediante un pre dimensionamiento se determinara la geometría a utilizar, mediante el método sugerido por Nilson y Winter

**CUADRO 3.53. TABLA DE ESFUERZOS DE LAS COLUMNAS**

Esfuerzos de la Columna Tipo 1				
SECCION	Dead (T)	Live (T)	Sx (T)	Sy (T)
<b>P</b>	1.121	0.742	0.001	0.000
<b>Mtopx</b>	0.020	0.024	0.000	0.076
<b>Mtopy</b>	0.068	0.086	0.083	0.000
<b>Mbotx</b>	0.010	0.012	0.000	0.098
<b>Mboty</b>	0.034	0.043	0.083	0.000

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

**CUADRO 3.54. TABLA DE COMBINACIONES**

Combinaciones de cargas										
U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U	Umin
2.830	2.124	2.122	2.123	2.123	1.010	1.007	1.009	1.009	2.830	1.007
0.069	0.052	0.052	0.159	-0.055	0.018	0.018	0.127	-0.091	0.159	-0.091
0.241	0.297	0.064	0.181	0.181	0.180	-0.057	0.062	0.062	0.297	-0.057
0.034	0.026	0.026	0.163	-0.112	0.009	0.009	0.149	-0.131	0.163	-0.131
0.121	0.207	-0.026	0.091	0.091	0.150	-0.088	0.031	0.031	0.207	-0.088

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

$$\bullet \quad P_u = 2830 \text{ kgf}; f'_c = 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}; f_y = 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}; \quad (3.4.1)$$

$$\bullet \quad A_c = 1.1 \frac{P_u}{\phi f'_c} \rightarrow A_c = 1.1 \frac{2830}{0.65 \cdot 210} = 22.81 \text{ cm}^2 \quad (3.4.2)$$

$$\bullet \quad b = \sqrt{A_c} = \sqrt{22.81} = 4.78 \text{ cm} \approx 5 \text{ cm} \quad (3.4.3)$$

Dado que las dimensiones mínimas son de 20x20 o 30x30 para zona sísmica, se adopta la dimensión de 20x20, que está dentro de los parámetros establecidos anteriormente.

• **Revisión de esbeltez y Refuerzo longitudinal**

Para la consideración de esbeltez se procede al método que dicta el código ACI de mayo ración de momentos para diseño tal como se muestra en el siguiente desarrollo.

Parámetros ya establecidos:

- $\gamma_A = 1$ ; Empotramiento En el primer piso, en la conexión con la cimentación

$$\gamma_B = \sum \frac{k_{col}}{0.5 * k_{vig}} \quad (3.4.4)$$

$$\gamma_m = \frac{\gamma_A}{2} + \frac{\gamma_B}{2} \quad (3.4.5)$$

$$\gamma_m > 2 \quad K = 0.9 \sqrt{1 + \gamma_m} \quad (3.4.6)$$

$$\gamma_m \leq 2 \quad K = \frac{20 - \gamma_m}{20} \sqrt{1 + \gamma_m} \quad (3.4.7)$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} \quad (3.4.8)$$

$$\frac{KL}{r} > 22 ; \text{Existe esbeltez} \quad (3.4.9)$$

$$\frac{KL}{r} < 100 ; \text{Hace falta rediseñar} \quad (3.4.10)$$

$$P_C = \frac{\pi^2 EI}{(KL)^2} \quad (3.4.11)$$

Pc = Carga Crítica  
L= Longitud de la columna

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{P_U}{P_C}} \quad (3.4.12)$$

δ: Factor de Amplificación de Momento

**CUADRO 3.55. TABLA DE DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS DE COLUMNA Y VIGA**

Dimensión y características de la Columna		Dimensión y características de la Viga	
b	20.000 cm	b	15.000 cm
h	20.000 cm	h	25.000 cm
E	2100000 kg/cm <sup>2</sup>	E	2100000 kg/cm <sup>2</sup>
I	13333.333 cm <sup>4</sup>	I	19531.250 kg/cm <sup>2</sup>

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

### CUADRO 3.54. TABLA DE DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS DE COLUMNA Y VIGA

Tabla de cálculo para el método de magnificación

Cálculo de Magnificación	
Mdt/Mtu	0.126
Mdb/Mbu	0.230
Md't/M'tu	0.060
Md'b/M'bu	0.166
Kvig1	420673076.923
Kvig2	410156250.000
Kcol	386206896.552
A	400.000 cm <sup>2</sup>
r	5.774
$\psi_A$	1.000
$\psi_B$	3.719
$\psi_M$	2.360
K	1.650
EI	91038902646.384 Kg.cm <sup>2</sup>
Pc	3925979.871
$\delta$	1.000
KL/r	82.861

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

Se estima la cuantía del 1,4% debido a que en los chequeos de conexión viga columna, es necesario tener más refuerzo en columnas que en vigas, para que la capacidad en columnas sea mayor que en viga, puesto que la respuesta esperada de la estructura es que se presenten las rótulas plásticas en las vigas para disipar energía sísmica.

### CUADRO 3.55. TABLA DE CÁLCULO PARA EL REFUERZO LONGITUDINAL

Refuerzo Longitudinal		
Refuerzo Longitudinal Requerido		
$\rho$	As (cm <sup>2</sup> )	$\Phi$ (mm)
1.0%	4	6.283
Refuerzo Longitudinal Asignado		
$\rho$	As (cm <sup>2</sup> )	$\Phi$ (mm)
1.4%	31.8	9.000
Número de Varillas		4
Diámetro de Varillas		9

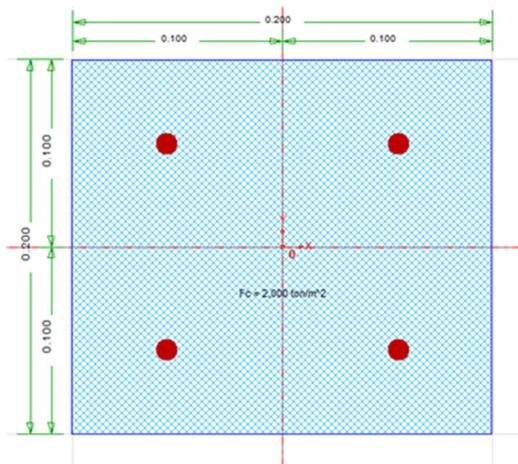
Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

Una vez estimada la cuantía de acero, se procederá a realizar las curvas de interacción, las cuales se basan en las suposiciones fundamentales para el hormigón armado y se realizan como se sabe por la variación de la distancia

del eje neutro, desde un valor muy pequeño donde todo el elemento se encuentra a compresión hasta un valor muy grande donde el elemento se encuentra sometido a tracción.

Para este procedimiento se utilizará un software, que será de gran ayuda para un mejor análisis y comprensión de las interacciones de flexo-compresión.

**FIGURA 3.36. SECCIÓN SOMETIDA A LA INTERACCIÓN**



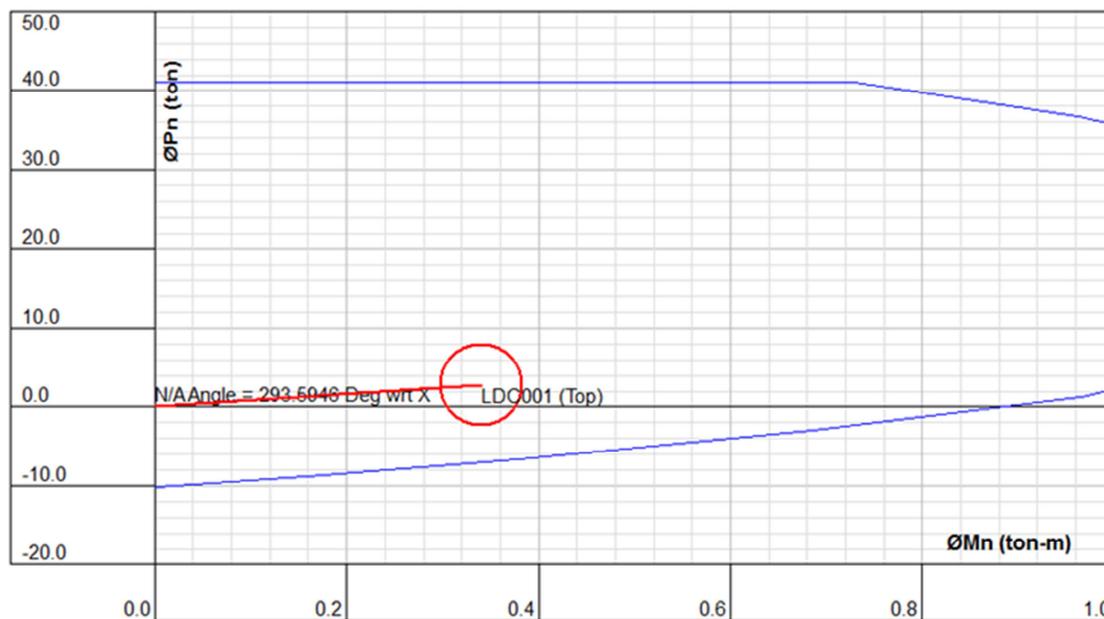
Elaborado por Cristian Orozco, John Cheng: Programa CSICOL

**FIGURA 3.37. CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES DE LA SECCIÓN Y DEL MATERIAL**

Column Material Parameters	
Column Caption	Columna 20x20
Concrete Properties	
Concrete Type	fc' = 2000 tn/m <sup>2</sup>
Concrete Fc'	2000 ton/m <sup>2</sup>
Concrete Ec	2100000 ton/m <sup>2</sup>
Rebar Properties	
Rebar Type	Grade-60
Rebar Fy	40000 ton/m <sup>2</sup>
Modulus of Elasticity	20000000 ton/m <sup>2</sup>
Stress-Strain Curve	Elasto-Plastic
Rebar Set	ASTM <input type="button" value="Edit..."/>
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

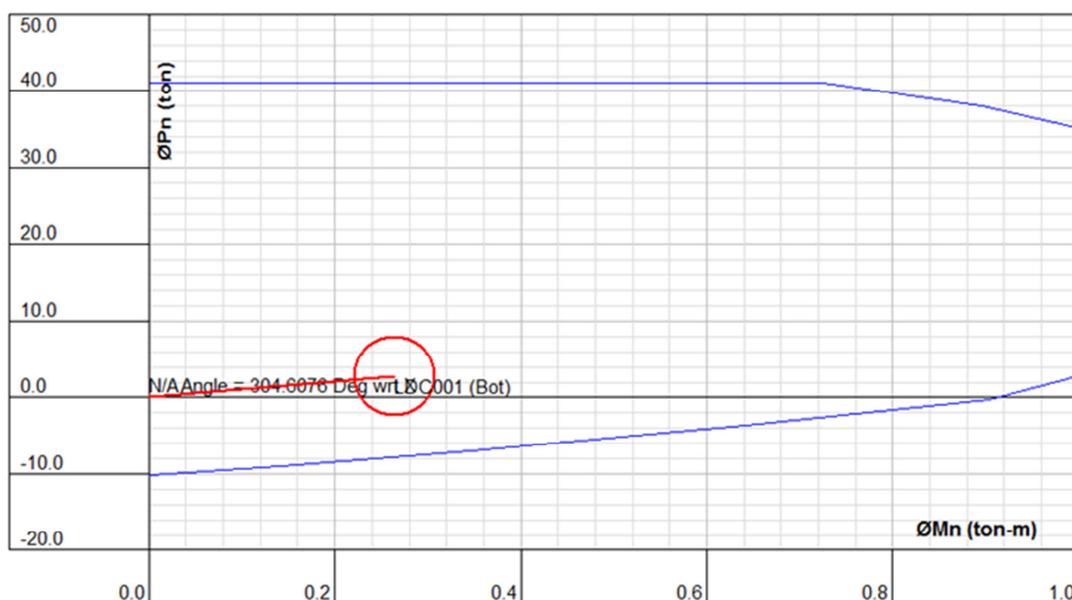
Elaborado por Cristian Orozco, John Cheng: Programa CSICOL

**FIGURA 3.38. DIAGRAMA DE INTERACCIÓN DE LA PARTE SUPERIOR DE LA COLUMNA**



Elaborado por Cristian Orozco, John Cheng: Programa CSICOL

**FIGURA 3.39. DIAGRAMA DE INTERACCIÓN DE LA PARTE INFERIOR DE LA COLUMNA**



Elaborado por Cristian Orozco, John Cheng: Programa CSICOL

Se puede observar que en las interacciones cumplen con lo parámetro impuestos por el código ACI, por lo tanto la sección logra ser satisfactoria.

- **Refuerzo Transversal.**

El refuerzo transversal es ideal para un buen comportamiento sísmico de la estructura; por lo que la colocación apropiada de acero de refuerzo transversal proveerá un buen confinamiento, y una buena resistencia a cortante, impidiendo un agotamiento frágil por cortante. Así mismo el refuerzo transversal proporcionará una capacidad suficiente como para que pueda desarrollar articulaciones plásticas en los extremos de las vigas.

Las consideraciones que se tomó para los límites de espaciamientos entre estribos y la longitud para la distribución del refuerzo transversal está dado por:

$$\bullet \quad s = \min\left(\frac{b}{4}, \frac{h}{4}, 6, \phi_c, 10\text{cm}\right) \text{ en } l_o ; \quad \text{ACI 21.4.4.2} \quad (3.4.13)$$

$$\bullet \quad l_o = \max\left(h, b, \frac{l_c}{6}, 45\text{cm}\right) ; \quad \text{ACI 21.4.4.4} \quad (3.4.14)$$

**CUADRO 3.56. TABLA DE CÁLCULO PARA EL REFUERZO TRANSVERSAL**

Refuerzo Transversal de columnas ramas largas	
Espaciamiento mínimos	
b/4	5
h/4	5
6*Φ	5.4
10cm min	10
Longitud maximo	
h	20
b	20
lc/6	13
45cm	45

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

- **Refuerzo Transversa por cortante**

El refuerzo transversal para cortante, se debe tomar en cuenta el área de hormigón que brindará la capacidad de corte de la columna.

$$\bullet \quad V_u \leq \phi V_n \quad \text{ACI 11.1.1} \quad (3.4.15)$$

- $V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} b d$       **ACI 11.12.3.1**      **(3.4.16)**
- $V_s = \frac{V_u - \phi V_n}{\phi}$       **ACI 11.1.1**      **(3.4.17)**
- $\phi = 0.8$       **ACI 9.3.2.3**      **(3.4.18)**
- $A_v = \frac{V_s \cdot s}{f_y \cdot d}$       **ACI 11.5.7.2**      **(3.4.19)**

### CUADRO 3.57. TABLA DE CÁLCULO PARA EL REFUERZO TRANSVERSAL

Refuerzo Transversal por corte	
$\Phi$	0.8
$V_u =$	0.04
$\Phi_{vu} =$	0.032
$V_c =$	2.458
$V_s =$	0.01
$A_v$	0.09817

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

#### 3.4.2.1 Diseño de viga

Para el sistema aperticado la geometría y las dimensiones de las vigas se toman de manera que sean capaces de resistir los esfuerzos de flexión y corte, proporcionando buenas condiciones de serviciabilidad.

Como un pre diseño rápido de la viga se decide tomar el peralte como  $L/14$ , donde  $L$  es la luz entre apoyos; y la base  $b$  como  $h/2$ . De esta manera se toma una viga de  $15 \times 25$ .

- **Diseño a flexión**

El diseño a flexión se realiza siguiendo el código NEC11 que hace mención al ACI y bajo ciertas hipótesis fundamentales que facilitan la modelación numérica; Entre estas hipótesis se tiene que las fuerzas internas en cualquier sección deben estar en equilibrio con los efectos de las cargas externas, que existe una unión perfecta entre el hormigón y el acero de refuerzo, las

secciones planas permanecen planas después de la aplicación de la carga, la resistencia a tracción del hormigón es despreciable.

Los límites de cuantía para el diseño expresados en la norma:

Cuantía Máxima:

- $\rho_{max} = 0.50 \rho_b$

Cuantía Mínima:

Se tomará el valor mayor de las dos siguientes expresiones:

- $\rho_{min} = \frac{14}{f_y}$
- $\rho_{min} = 0.8 * \frac{\sqrt{f'c}}{f_y}$

Cuantía Balanceada:

- $\rho_b = 0.85 * \beta_1 * \frac{f'c}{f_y} * \frac{\epsilon_c}{\epsilon_y + \epsilon_c}$

Donde  $\beta_1$  es igual 0.85 para hormigones de  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup>

Las Propiedades y dimensiones de la sección son las descritas en los cuadros 3.50 y 3.51 respectivamente

### CUADRO 3.58. PROPIEDADES PARA EL DISEÑO A FLEXIÓN DE LA VIGA

Propiedades		
$f'c$	210	kg/cm <sup>2</sup>
$f_y$	4200	kg/cm <sup>2</sup>
$\epsilon_c$	0,003	
$\epsilon_y$	0,002	
$\beta_1$	0,85	
$\phi$	0,9	

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

### CUADRO 3.59. Dimensiones de la viga

Dimensiones		
$h$	25,00	cm
$b$	15,00	cm
$d$	20,00	cm
$r$	5,00	cm

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

El cálculo del acero respecto a la cuantía balanceada, máxima y mínima se describen en los cuadros 3.52, 3.53 y 3.54.

### CUADRO 3.60. CUANTÍA BALANCEADA

Balanceado		
$\rho_b$	0,0217	
$A_s$	6,50	cm <sup>2</sup>
$T$	27310,50	kg
$a$	10,20	cm
$Mn_b$	406926,45	kg*cm

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

### CUADRO 3.61. CUANTÍA MÁXIMA

Máximo		
$\rho_{max}$	0,0108	
$A_s$	3,25	cm <sup>2</sup>
$T$	13655,25	kg
$a$	5,10	cm
$Mn_{max}$	238284,11	kg*cm

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

### CUADRO 3.62. CUANTÍA MÍNIMA

Mínimo		
$\rho_{min1}$	0,0027	
$\rho_{min2}$	0,0033	
$A_{s1}$	0,82	cm <sup>2</sup>
$A_{s2}$	1,00	cm <sup>2</sup>
$A_s$	1,00	cm <sup>2</sup>
$T$	4200,00	kg
$a$	1,57	cm
$Mn_{min}$	80705,88	kg*cm

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

### Combinaciones de carga

COMBO 1: 1.4D + 1.7L

COMBO 2: 0.75 (1.4D + 1.7L + 1.87Sx)

COMBO 3: 0.75 (1.4D + 1.7L - 1.87Sx)

COMBO 4: 0.75 (1.4D + 1.7L + 1.87Sy)

COMBO 5: 0.75 (1.4D + 1.7L - 1.87Sy)

COMBO 6: 0.9D + 1.43Sx

COMBO 7: 0.9D - 1.43Sx

COMBO 8: 0.9D + 1.43Sy

COMBO 9: 0.9D - 1.43Sy

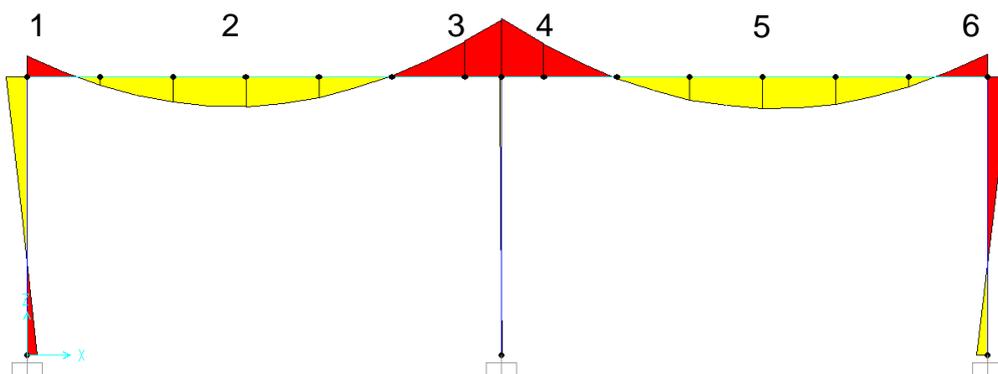
Para la obtención del acero requerido se aplica las fórmulas:

$$A_s = \frac{Mu}{\phi * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

El cálculo realizado en los cuadros 3.55, 3.56 y 3.57 se los realizan tomando secciones como se muestra en la figura 3.37

**FIGURA 3.40. DIAGRAMA DE MOMENTOS EN EL EJE 2.**



Elaborado: Cristian Orozco, John Cheng; Programa: SAP2000

**CUADRO 3.63. MOMENTOS DE LA VIGA DEL EJE 1**

MOMENTOS DE VIGA SAP2000															
SECCION	MD Kg*cm	ML Kg*cm	Mex Kg*cm	Mey Kg*cm	Combinaciones de carga									Mu superior Kg*cm	Mu inferior Kg*cm
					Mu1 Kg*cm	Mu2 Kg*cm	Mu3 Kg*cm	Mu4 Kg*cm	Mu5 Kg*cm	Mu6 Kg*cm	Mu7 Kg*cm	Mu8 Kg*cm	Mu9 Kg*cm		
1	4168,84	2290,90	20655,66	47,00	9730,91	36267,74	-21671,38	7364,10	7232,26	33289,55	-25785,64	3819,17	3684,75	36267,74	18133,87
2	10696,83	9416,07	0,00	0,00	30982,88	23237,16	23237,16	23237,16	23237,16	9627,15	9627,15	9627,15	9627,15	15491,44	30982,88
3	20255,90	16667,16	13589,69	44,51	56692,43	61578,86	23459,78	42581,75	42456,90	37663,57	-1202,95	18293,96	18166,66	61578,86	30789,43
4	20543,33	16925,58	13421,85	21,67	57534,15	61974,76	24326,47	43181,00	43120,22	37682,24	-704,25	18519,99	18458,01	61974,76	30987,38
5	11506,15	10204,15	0,00	0,00	33455,67	25091,75	25091,75	25091,75	25091,75	10355,54	10355,54	10355,54	10355,54	16727,83	33455,67
6	4527,25	2614,11	20500,82	52,71	10782,14	36839,00	-20665,80	8160,53	8012,68	33390,70	-25241,65	4149,90	3999,15	36839,00	18419,50

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

**CUADRO 3.64. ÁREA DE ACERO REQUERIDA**

Acero de refuerzo							
SECCION	b cm	h cm	d cm	M superior Kg*cm	M inferior Kg*cm	As sup cm2	As inf cm2
1	20,00	25,00	20,00	36267,74	18133,87	0,49	0,24
2	20,00	25,00	20,00	30982,88	15491,44	0,20	0,41
3	20,00	25,00	20,00	61578,86	30789,43	0,84	0,40
4	20,00	25,00	20,00	61974,76	30987,38	0,84	0,41
5	20,00	25,00	20,00	33455,67	16727,83	0,22	0,45
6	20,00	25,00	20,00	36839,00	18419,50	0,49	0,24

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

**CUADRO 3.65. ÁREA DE ACERO REAL**

Acero de refuerzo												
SECCION	POSICION	b cm	h cm	d cm	Armado real	As real cm2	As req cm2	As min cm2	T kg	a cm	Mp kg*cm	Chequeo
1	Superior	15,00	25,00	20,00	2φ8mm	1,01	0,49	1,00	4222,30	1,58	81116,82	OK
	Inferior	15,00	25,00	20,00	2φ8mm	1,01	0,24	1,00	4222,30	1,58	81116,82	OK
2	Superior	15,00	25,00	20,00	2φ8mm	1,01	0,20	1,00	4222,30	1,58	81116,82	OK
	Inferior	15,00	25,00	20,00	2φ8mm	1,01	0,42	1,00	4222,30	1,58	81116,82	OK
3	Superior	15,00	25,00	20,00	2φ8mm	1,01	0,84	1,00	4222,30	1,58	81116,82	OK
	Inferior	15,00	25,00	20,00	2φ8mm	1,01	0,40	1,00	4222,30	1,58	81116,82	OK
4	Superior	15,00	25,00	20,00	2φ8mm	1,01	0,85	1,00	4222,30	1,58	81116,82	OK
	Inferior	15,00	25,00	20,00	2φ8mm	1,01	0,40	1,00	4222,30	1,58	81116,82	OK
5	Superior	15,00	25,00	20,00	2φ8mm	1,01	0,22	1,00	4222,30	1,58	81116,82	OK
	Inferior	15,00	25,00	20,00	2φ8mm	1,01	0,45	1,00	4222,30	1,58	81116,82	OK
6	Superior	15,00	25,00	20,00	2φ8mm	1,01	0,50	1,00	4222,30	1,58	81116,82	OK
	Inferior	15,00	25,00	20,00	2φ8mm	1,01	0,24	1,00	4222,30	1,58	81116,82	OK

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

• **Diseño a Corte**

Se diseña la viga para que resista las fuerzas cortantes transversales externas, que actúan sobre los elementos; ya que la falla a cortante o también conocida como falla por tracción diagonal, es una falla repentina y frágil y se manifiesta por medio de fisuras en las fibras centrales que se extienden hacia los extremos. Es por esto que el diseño debe asegurar que al momento de agotamiento de la estructura se produzca primero una falla a flexión que es dúctil.

Las vigas de hormigón armado presentan 2 mecanismos para resistir las fuerzas cortantes, estas son la resistencia del hormigón y la resistencia del acero transversal; por lo tanto el corte nominal se expresa:

- $V_n = V_c + V_s$  ACI 11.1.2
- $V_u \leq \phi * V_n$  ACI 11.1.1
- $V_c = 0.53 * \sqrt{f'c} * b_w * d$
- $V_s = n * A_v * f_y$  ACI 11.4.7.2
- $n = \frac{d}{s}$
- $s = \min\left(\frac{d}{4}, \frac{d}{4}, 8 * \phi_L, 24 * \phi_T, 30cm\right)$  ACI 21.3.4.2
- $A_{v \min} = 3.5 * \frac{b_w * s}{f_y}$
- $V_s \leq 2.12 * \sqrt{f'c} * b_w * d$

**CUADRO 3.66. PROPIEDAD DE LA VIGA**

Propiedades	
<b>f'c</b>	210 kg/cm2
<b>fy</b>	4200 kg/cm2
$\epsilon_c$	0,003
$\epsilon_y$	0,002
$\phi$	0,85

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

**CUADRO 3.67. CORTE EN VIGA**

CORTE DE VIGA SAP2000														
SECCION	VD Kg	VL Kg	Vex Kg	Vey Kg	Combinaciones de carga									Vu Kg
					Vu1 Kg	Vu2 Kg	Vu3 Kg	Vu4 Kg	Vu5 Kg	Vu6 Kg	Vu7 Kg	Vu8 Kg	Vu9 Kg	
1	177,00	112,38	89,90	0,14	438,85	455,22	203,05	329,33	328,94	287,86	30,74	159,50	159,10	455,22
3	260,70	187,96	87,31	0,36	684,51	635,84	390,93	513,89	512,88	359,48	109,78	235,14	234,12	684,51
4	265,59	193,53	84,23	0,00	700,83	643,75	407,49	525,62	525,62	359,48	118,58	239,03	239,03	700,83
6	183,84	117,90	86,98	0,31	457,81	465,34	221,37	343,79	342,92	289,84	41,07	165,90	165,01	465,34

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

**CUADRO 3.68. TABLA DE REVISIÓN DE CORTE POR SECCIÓN**

SECCION	b cm	h cm	d cm	Vu/φ Kg	Vc Kg	
1	15,00	25,00	20,00	535,55	2304,13	Vc > Vu/φ: Requiere refuerzo mínimo
3	15,00	25,00	20,00	805,31	2304,13	Vc > Vu/φ: Requiere refuerzo mínimo
4	15,00	25,00	20,00	824,50	2304,13	Vc > Vu/φ: Requiere refuerzo mínimo
6	15,00	25,00	20,00	547,46	2304,13	Vc > Vu/φ: Requiere refuerzo mínimo

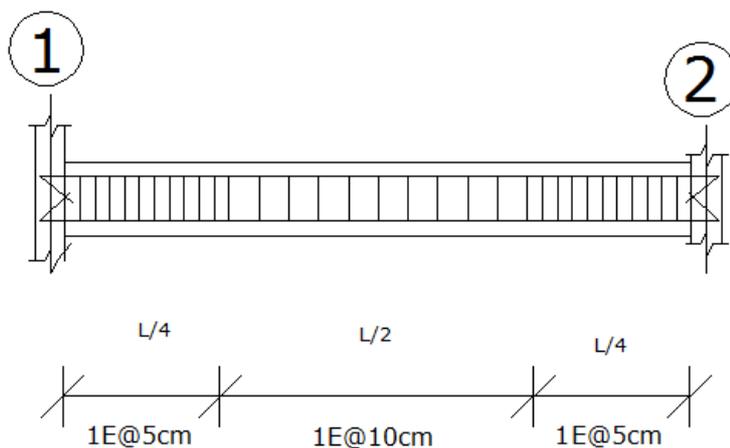
Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

**CUADRO 3.69. ESPACIAMIENTO MÍNIMO DE REFUERZO A CORTE**

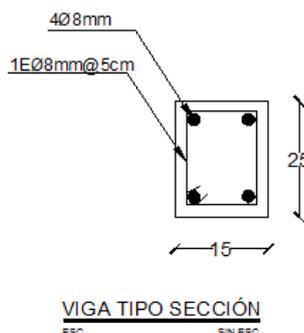
Espaciamiento minimo		
$s1 \leq$	5	cm
$s2 \leq$	7,6	cm
$s3 \leq$	13,2	cm
$s4 \leq$	30	cm
$s =$	5	cm
$A_{vmin}$	0,0625	cm <sup>2</sup>
$s_{max}$	10	cm

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

Se colocan estribos de 8mm a 5cm en L/4 del apoyo y a cada 10 cm en el tramo central.

**FIGURA 3.41. VIGA TIPO**

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

**FIGURA 3.42. SECCIÓN VIGA TIPO**

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

### 3.4.2.2 Conexión Viga columna

Los nudos son confluencias de vigas y columnas del pórtico, y su diseño es considerado un aspecto muy importante en el diseño de una estructura aporticada de hormigón armado situado en zonas de alto riesgo sísmico.

Se debe asegurar que la capacidad resistente de las columnas sea mayor que la capacidad resistente de las vigas para así lograr que se formen primeramente rotulas plásticas en las vigas, lo que permite la disipación de energía antes del colapso de la estructura.

- Resistencia al cortante aplicado al nudo

$$\phi V_n \geq V_j$$

$$V_j = T_1 + T_2 - V_{col}$$

$$M_1 = A_{s1} * 1.4 * f_y * \left( d - \frac{A_{s1} * 1.4 * f_y}{1.7 * f'_c * b} \right)$$

$$M_2 = A_{s2} * 1.4 * f_y * \left( d - \frac{A_{s2} * 1.4 * f_y}{1.7 * f'_c * b} \right)$$

$$V_{col} = \frac{M_1 + M_2}{H}$$

- Resistencia al cortante resistido por el nudo

$$V_n = \gamma * \sqrt{f'_c} * A_j$$

$$\gamma_{int} = 5.3$$

$$\gamma_{ext} = 4.0$$

$$\gamma_{esq} = 3.2$$

**CUADRO 3.70. RESUMEN DE VIGAS Y COLUMNAS**

Columna				Viga			
<b>b</b>	20,00		cm	<b>b</b>	15,00		cm
<b>h</b>	20,00		cm	<b>h</b>	25,00		cm
<b>r<sub>long</sub></b>	4,00	ϕ	18	<b>r<sub>longsup</sub></b>	2,00	ϕ	8
<b>A<sub>slong</sub></b>	10,18		cm <sup>2</sup>	<b>r<sub>longinf</sub></b>	2,00	ϕ	8
<b>A<sub>strans</sub></b>	1,01		cm <sup>2</sup>	<b>A<sub>slongsup</sub></b>	1,01		cm <sup>2</sup>
				<b>A<sub>slonginf</sub></b>	1,01		cm <sup>2</sup>

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

**CUADRO 3.71. RESISTENCIA AL CORTANTE DEL NUDO**

Cortante		
$T_1$	5911,22	kg
$T_2$	5911,22	kg
$M_1$	105787,98	kg cm
$M_2$	105787,98	kg cm
$V_{col}$	919,90	kg
$V_j$	10902,55	kg
$b_j$	17,50	cm
$\phi V_n$	22849,28	$\phi V_n > V_j$ - OK

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

- **Control del refuerzo de confinamiento**

Dentro del nudo deben colocarse estribos de confinamiento como refuerzo transversal, y con un espaciamiento como se indica a continuación.

$$s = \min\left(\frac{b}{4}, \frac{h}{4}, 6\phi_c, 15\text{cm}\right) \quad (3.15)$$

$$Ash_1 = 0.3 * \frac{s * h'' * f'c}{f_y} \left(\frac{Ag}{Ac} - 1\right) \quad (3.16)$$

$$Ash_2 = 0.09 * \frac{s * h'' * f'c}{f_y} \quad (3.17)$$

$$Ash = 50\% Ash_{col} \quad (3.18)$$

**CUADRO 3.72. CONFINAMIENTO DEL NUDO**

Confinamiento		
$s_1$	5,00	cm
$s_2$	5,00	cm
$s_3$	10,80	cm
$s_4$	15,00	cm
$s$	5,00	cm
$Ash_1$	1,09	cm <sup>2</sup>
$Ash_2$	0,32	cm <sup>2</sup>
$Ash$	0,55	cm <sup>2</sup>

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

Se colocan estribos de 8mm cada 5 cm para el confinamiento.

- **Deterioro de adherencia**

Cuando la estructura ingresa en el rango no lineal, la adherencia puede deteriorarse notablemente durante un sismo.

El refuerzo longitudinal de una viga en nudos exteriores o esquineros, se prolonga y se ancla en la columna; en nudos interiores la dimensión de la columna no debe ser menor que 20 veces el diámetro de la barra longitudinal de la viga de mayor diámetro.

$$h_c = 20 * \phi_{viga} \quad (3.19)$$

$$h_v = 20 * \phi_{columna} \quad (3.20)$$

- **Control longitud de anclaje**

La longitud de anclaje de una viga que termine en un nudo no debe ser menor a  $l_{dh\ req}$ .

$$l_{dh\ req} = l_{dh\ dis} \quad (3.21)$$

$$l_{dh\ req} = \frac{f_y * \phi_v}{17.2 * \sqrt{f'_c}} \quad (3.22)$$

$$l_{dh\ req} = 13.48 \text{ cm}$$

- **Columna fuerte viga débil**

$$\sum M_{nc} \geq 1.4 * \sum M_{nv} \quad (3.23)$$

$$M_c = \frac{A_{st}}{2} * f_y * (d - d') \quad (3.24)$$

$$R = \frac{\sum M_{nc}}{\sum M_{nv}} \geq 1.4 \quad (3.25)$$

**CUADRO 3.73. COLUMNA FUERTE VIGA DÉBIL**

<b>Mn1</b>	105787,98	kg cm
<b>Mn2</b>	105787,98	kg cm
<b>ΣMnv</b>	211575,96	kg cm
<b>ΣMnc</b>	299255,55	kg cm
<b>R</b>	1,414411897	

OK

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

### 3.5 PROCESO DE MODELACIÓN EN EL SAP.

#### 3.5.1. ALTERNATIVA 1: MAMPOSTERÍA ENCHAPADA

El sistema de mampostería enchapada es un sistema de muros portantes o muros de cortante. Mediante el modelo se podrá determinar el comportamiento del sistema ante la configuración de cargas.

El sistema fue introducido en SAP2000 con valores que serán introducción a continuación.

##### 3.5.1.1. Materiales

###### ■ Enchapado

Es la mampostería de bloque con la capa de mortero de 3 cm de enchapado.

- Peso por unidad de volumen =  $\gamma = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- Módulo de elasticidad =  $E = 110000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$
- Módulo de Poisson =  $\mu = 0.2$
- Módulo de corte =  $G = 45833.33 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

**FIGURA 3.43. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL “SAP 2000”**

General Data	
Material Name and Display Color	Enchapado <span style="color: blue;">■</span>
Material Type	Concrete
Material Notes	Modify/Show Notes...
Weight and Mass	
Weight per Unit Volume	2,400E-03
Mass per Unit Volume	2,447E-06
Units	
	Kgf, cm, C
Isotropic Property Data	
Modulus of Elasticity, E	110000,
Poisson's Ratio, U	0,2
Coefficient of Thermal Expansion, A	9,900E-06
Shear Modulus, G	45833,33

Fuente SAP 2000 Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

## ■ Eucalipto

Es el material de los rieles distribuidos en la cubierta, y que dan soporte a las planchas de fibrocemento.

■ Peso por unidad de volumen =  $\gamma = 589.6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

■ Módulo de elasticidad =  $E = 56455.81 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

■ Módulo de Poisson =  $\mu = 0.4$

■ Módulo de corte =  $G = 20162.789 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

**FIGURA 3.44. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL “SAP 2000”**

The image shows a screenshot of the SAP 2000 material properties dialog box. The dialog is titled 'General Data' and contains several sections:

- General Data:**
  - Material Name and Display Color: Eucalipto (with a blue color swatch)
  - Material Type: Other (dropdown menu)
  - Material Notes: (empty text area)
  - Modify/Show Notes... (button)
- Weight and Mass:**
  - Weight per Unit Volume: 5.896E-04
  - Mass per Unit Volume: 6.012E-07
- Units:**
  - Units: Kgf, cm, C (dropdown menu)
- Isotropic Property Data:**
  - Modulus of Elasticity, E: 56455.81
  - Poisson's Ratio, U: 0.4
  - Coefficient of Thermal Expansion, A: 1.880E-05
  - Shear Modulus, G: 20162.789

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

### 3.5.1.2. Secciones

#### ■ Paredes o Mampostería (enchapado)

Se define la sección como un elemento Shell con el espesor que presenta el plano arquitectónico respectivo y con las propiedades antes descritas.

**FIGURA 3.45. CONFIGURACIÓN SECCIÓN SHELL “SAP 2000”**

**Section Name** Enchapado  
 Section Notes   
 Display Color

Type  
 Shell - Thin  
 Shell - Thick  
 Plate - Thin  
 Plate Thick  
 Membrane  
 Shell - Layered/Nonlinear

Material  
 Material Name + Enchapado  
 Material Angle 0.

Thickness  
 Membrane 0,03  
 Bending 0,03

Concrete Shell Section Design Parameters

Stiffness Modifiers  Temp Dependent Properties

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

■ Eucalipto 5x2.5 cm

La sección de los rieles de eucalipto que harán de soporte a las planchas de fibrocemento fue seleccionada de acuerdo a las especificaciones dadas por el proveedor.

**FIGURA 3.46. CONFIGURACIÓN SECCIÓN EUCALIPTO “SAP 2000”**

**Section Name** Eucalipto 5x2.5 cm  
 Section Notes

Properties  Property Modifiers  Material + Eucalipto

Dimensions  
 Depth (t3) 0,025  
 Width (t2) 0,05

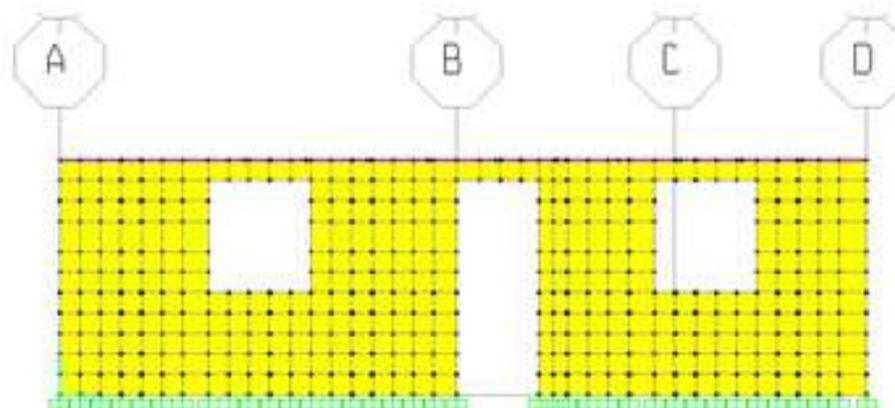
Display Color

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

### 3.5.1.3. Dibujo de los elementos.

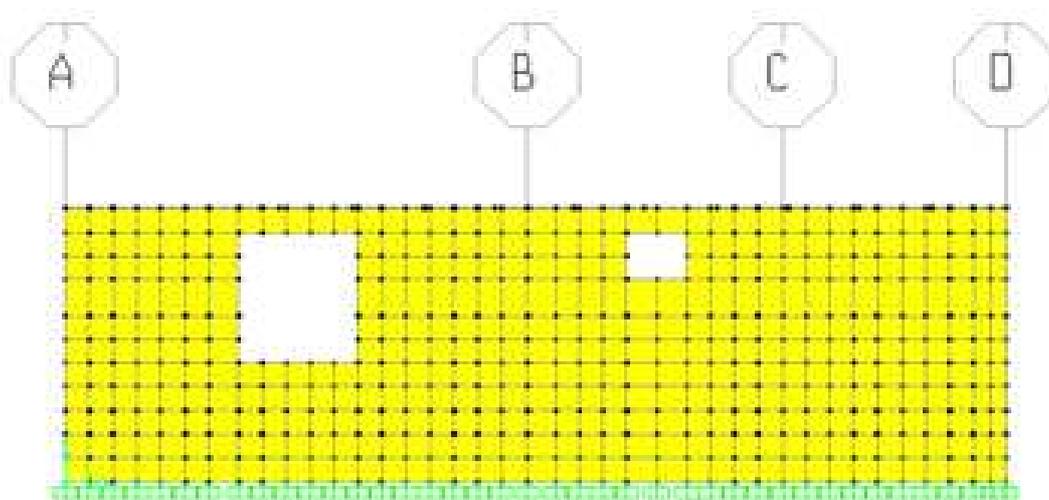
Se realiza el dibujo del modelo de acuerdo a las especificaciones de los planos arquitectónicos de la vivienda. Se ingresa de igual manera los valores de las cargas y combinaciones. La estructura queda representada de la siguiente manera, como se muestran en las siguientes figuras.

**FIGURA 3.47. FACHADA FRONTAL MODELO ESTRUCTURAL “SAP 2000”**



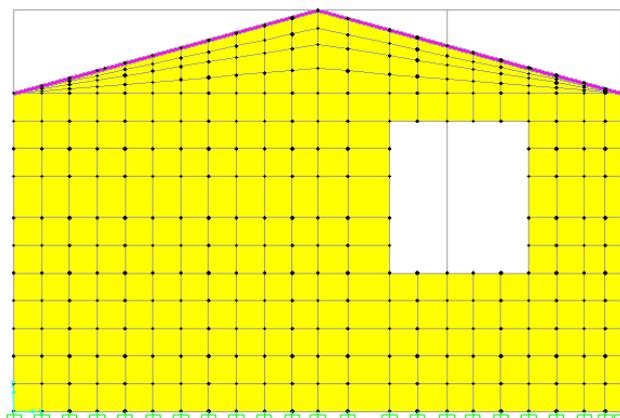
Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

**FIGURA 3.48. FACHADA POSTERIOR MODELO ESTRUCTURAL “SAP 2000”**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

**FIGURA 3.49. FACHADA POSTERIOR MODELO ESTRUCTURAL “SAP 2000”**



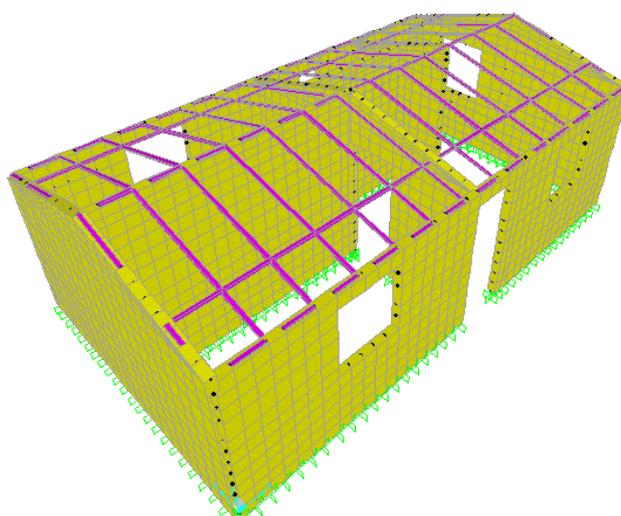
Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

**FIGURA 3.50. FACHADA LATERAL DERECHA MODELO ESTRUCTURAL “SAP 2000”**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

**FIGURA 3.51. MODELO GEOMÉTRICO COMPLETO “SAP 2000”**



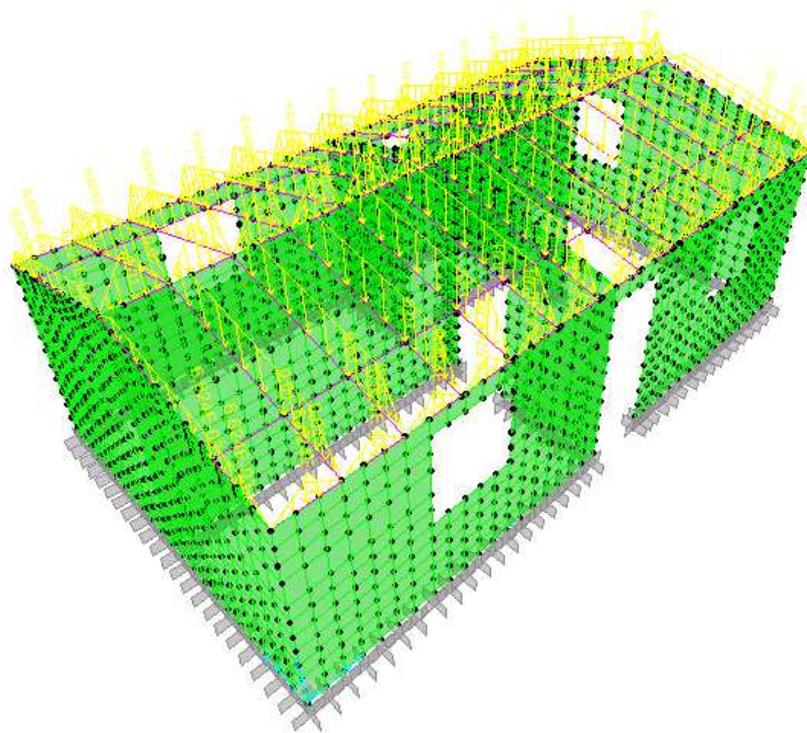
Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

#### 3.5.1.4. Distribución de cargas dentro de la geometría propuesta.

##### ■ Carga muerta

La distribución de la carga muerta fue propuesta por la disposición y geometría que tiene la cubierta. La carga muerta que es aplicada a las planchas de fibrocemento es transmitida a las rieles y de estas a la mampostería enchapada, como se indica en la figura.

**FIGURA 3.52. DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA MUERTA SIST. ENCHAPADO  
“SAP 2000“**

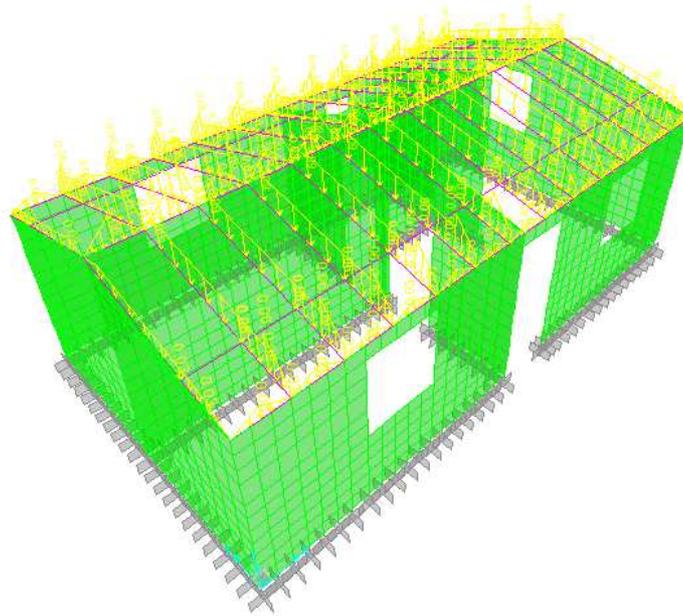


Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

##### ■ Carga viva

Según el código ecuatoriano de la construcción la carga viva es de 0.102 T/m<sup>2</sup>, la misma que es aplicada de la misma manera que la carga muerta antes mencionada.

**FIGURA 3.53. DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA VIVA SIST. ENCHAPADO  
“SAP 2000”**

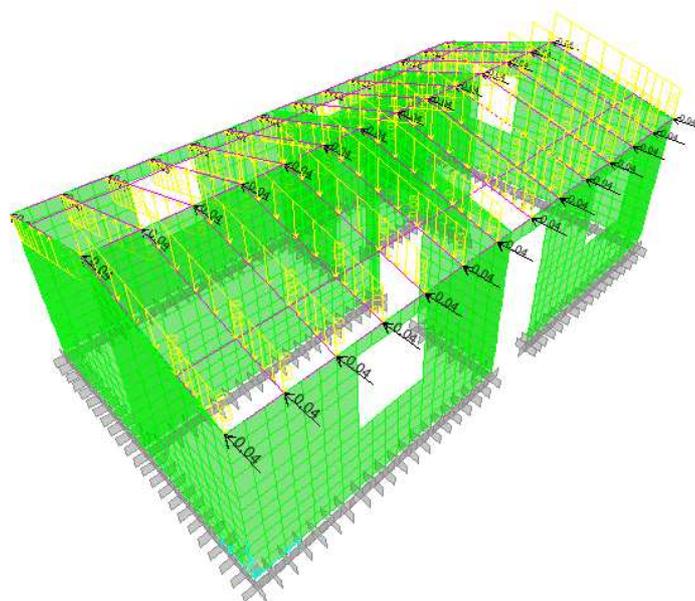


Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

■ Carga viento

La carga de viento está distribuida en dos direcciones, en dirección horizontal y en dirección vertical que a su vez es aplicada de 2 formas según sea presión o succión.

**FIGURA 3.54. DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA MUERTA SIST. ENCHAPADO  
“SAP 2000”**

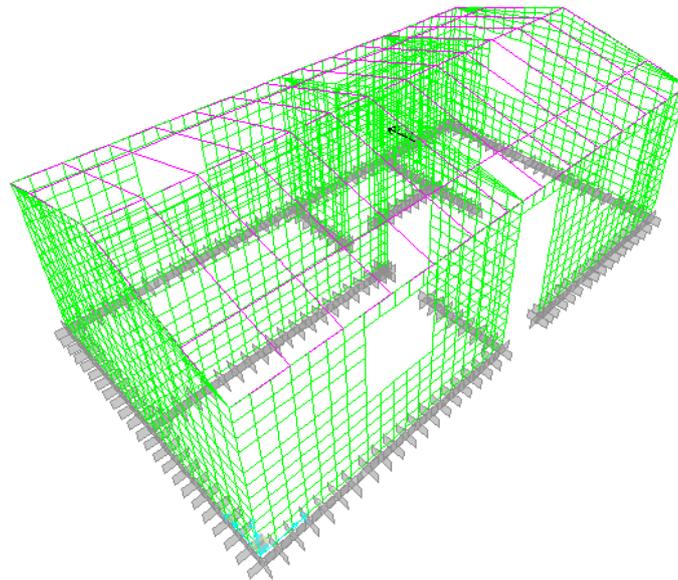


Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

### ■ Carga sísmica

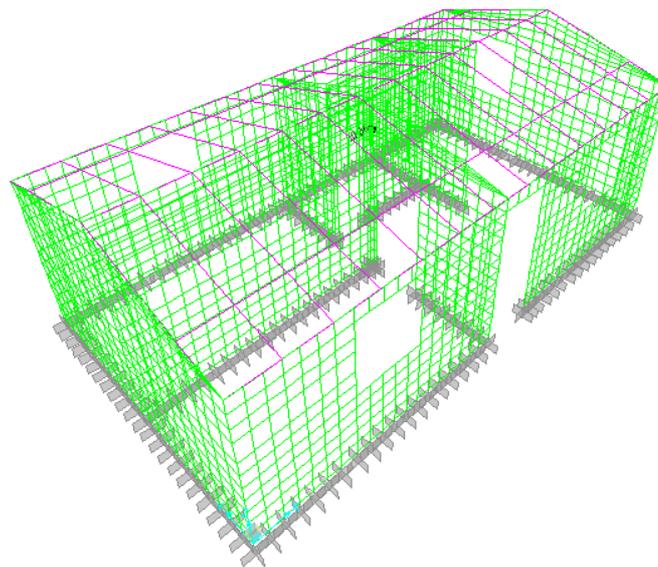
Para la aplicación de la carga sísmica al modelo se procede a la obtención del centro de masas, el que es obtenido mediante las propiedades geométricas en planta de la estructura. A este centro de masas se le aplican las cargas de sismo obtenidos del análisis de cargas,  $S_x$  y  $S_y$ .

**FIGURA 3.55. DISPOSICIÓN DE LA CARGA SÍSMICA EN LA DIRECCIÓN X, SISTEMA DE ENCHAPADO “SAP 2000”**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

**FIGURA 3.56. DISPOSICIÓN DE LA CARGA SÍSMICA EN LA DIRECCIÓN Y, SISTEMA DE ENCHAPADO “SAP 2000”**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

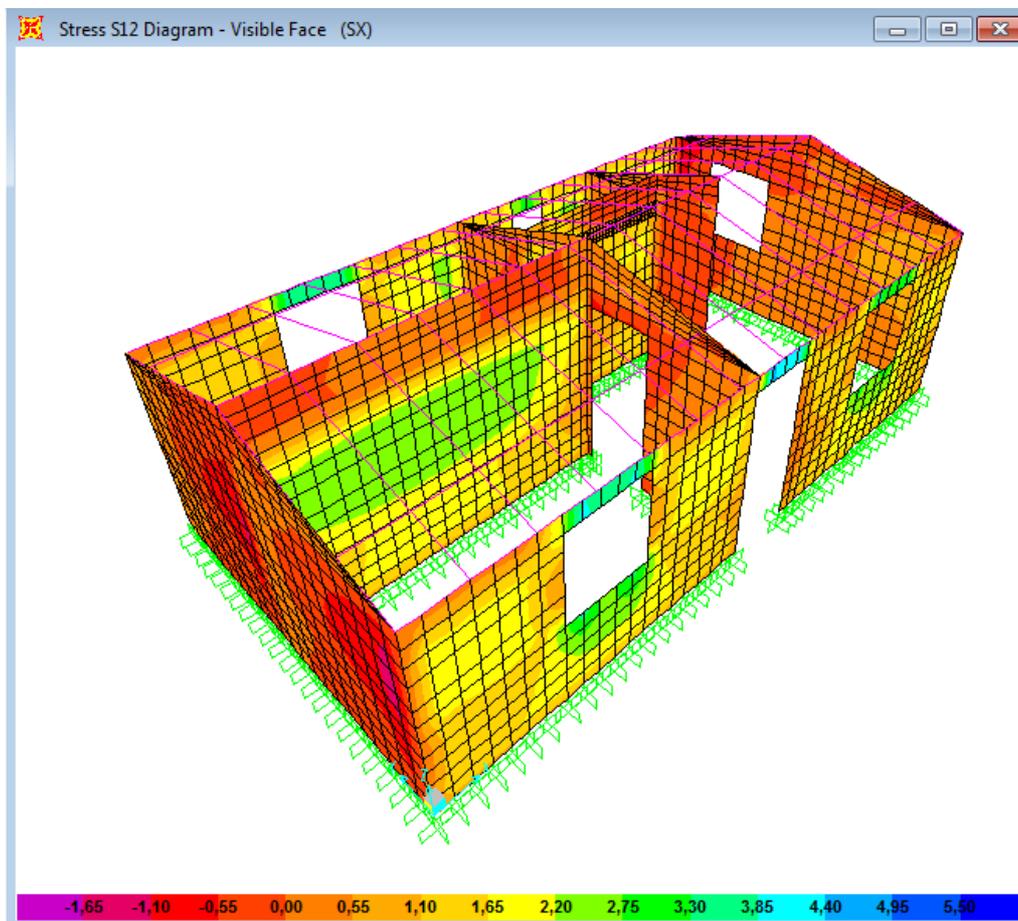
### 3.5.1.5. Resultados del modelo computacional.

#### ■ Esfuerzos de corte

Al utilizar el programa de análisis estructural se representan directamente los esfuerzos de corte con la nomenclatura S12 de elementos Shell.

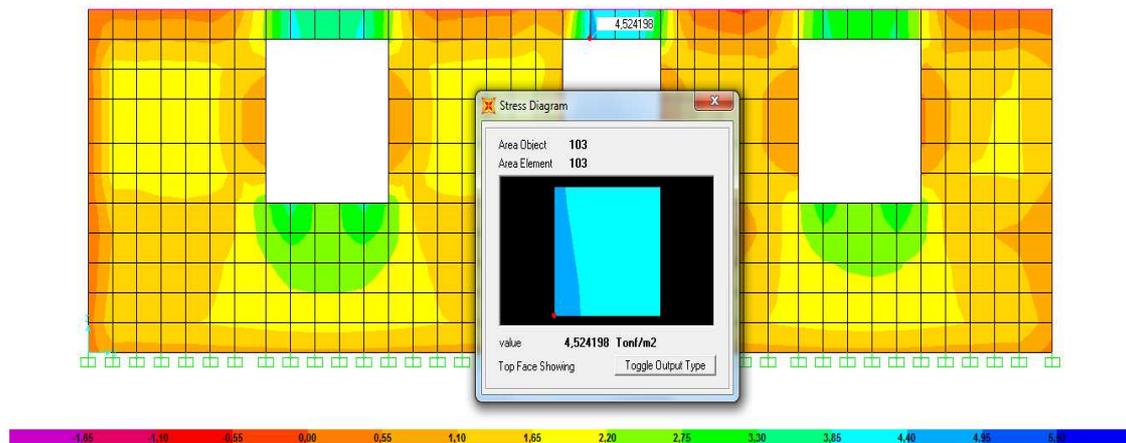
Se revisa el corte ante el efecto de la fuerza sísmica en el sentido x y y.

**FIGURA 3.57. RESULTADO DE ESFUERZOS POR LA ACCIÓN DE LA CARGA SÍSMICA EN LA DIRECCIÓN X “SAP 2000”**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

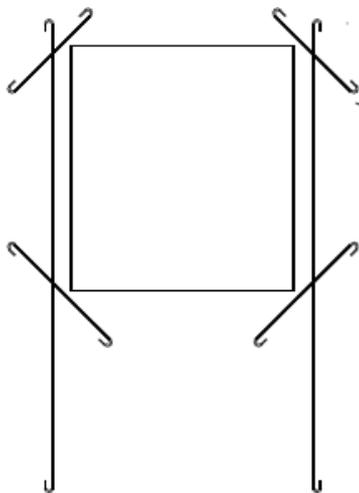
**FIGURA 3.58. RESULTADO DE ESFUERZOS POR LA ACCIÓN DE LA CARGA SÍSMICA EN LA DIRECCIÓN X; VISTA FRONTAL “SAP 2000”**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

Se observa que los esfuerzos son más intensos en las esquinas de las ventanas y puertas, por lo tanto se refuerza con acero en estos sitios como se indica en la siguiente figura.

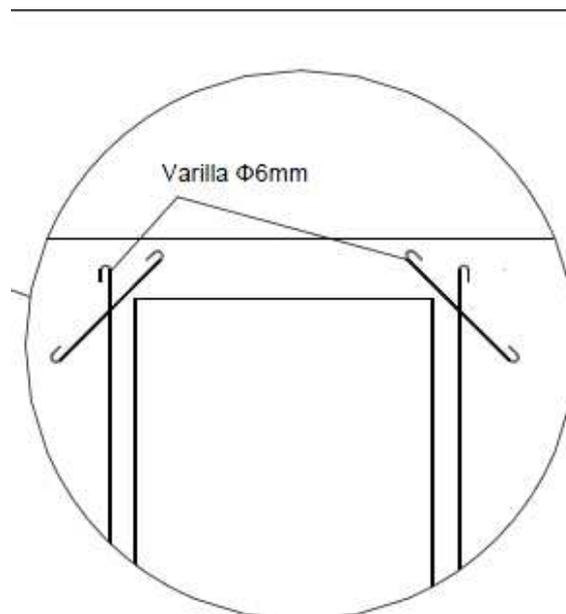
**FIGURA 3.59. REFUERZOS DE VENTANAS POR LA CONCENTRACIÓN DE ESFUERZOS “SAP 2000”**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, AUTOCAD 2013

Se refuerza con una varilla de 6mm de una longitud de 65cm, completando la solicitud de acero que se necesita en estos sitios de concentración de esfuerzos.

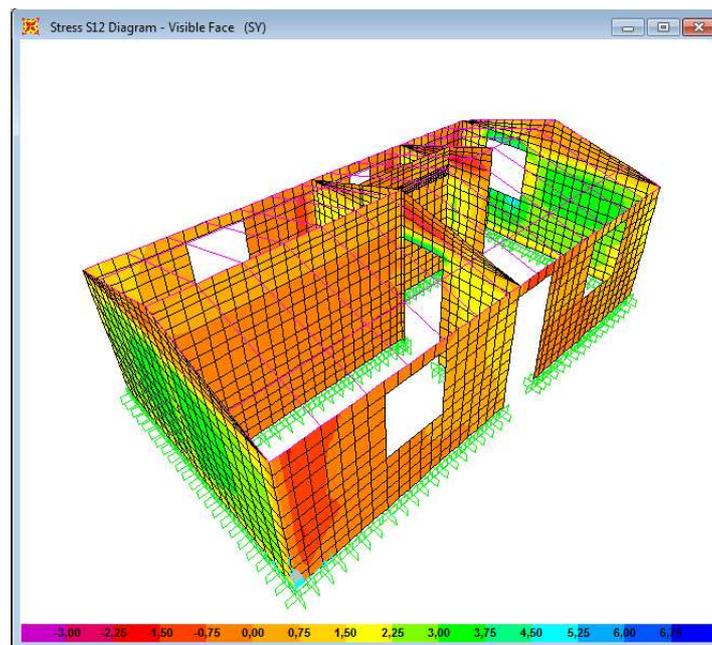
**FIGURA 3.60. REFUERZOS EN CONCENTRACIÓN DE ESFUERZOS “SAP 2000”**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, AUTOCAD 2013

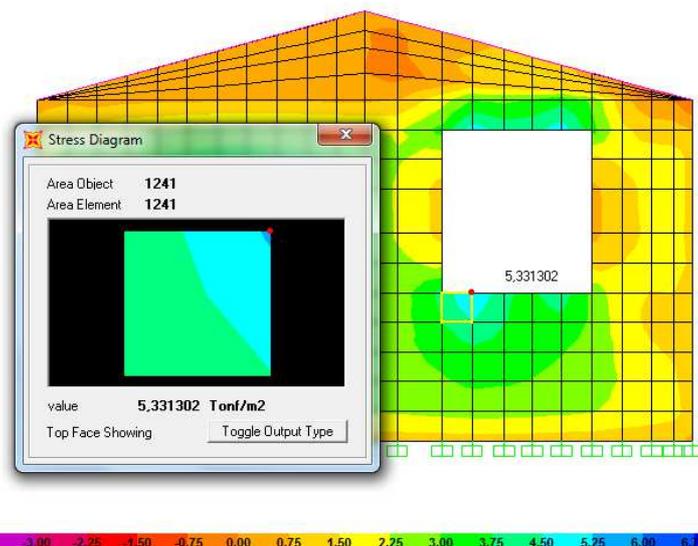
En la figura 3.58 y la figura 3.59 se observa con más detenimiento la colocación de los esfuerzos en ventanas y puertas.

**FIGURA 3.61. RESULTADO DE ESFUERZOS POR LA ACCIÓN DE LA CARGA SÍSMICA EN LA DIRECCIÓN Y “SAP 2000”**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

**FIGURA 3.62. RESULTADO DE ESFUERZOS POR LA ACCIÓN DE LA CARGA SÍSMICA EN LA DIRECCIÓN X; VISTA FRONTAL “SAP 2000”**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

Los esfuerzos obtenidos de cortante son aceptables debidos que el agrietamiento en la mampostería enchapada se producen en valores de 15 a 20 T/m<sup>2</sup>.<sup>27</sup>

#### ■ Deriva

La deriva es el desplazamiento relativo entre dos puntos de la estructura usualmente en pisos y su importancia se basa en el control de daño de los elementos.

**CUADRO 3.74. TABLA DE RESUMEN DE TODOS DERIVA EN LOS PUNTOS MÁS DESFAVORABLES EN EL SENTIDO X**

Joint	$\delta x$	Hp	Deriva X	$\Delta_{max}$	
32	0,000249	2,300	0,00011	0,003	OK
36	0,000208	2,300	0,00009	0,003	OK
37	0,000358	2,900	0,00012	0,003	OK
41	0,000386	2,300	0,00017	0,003	OK
45	0,000180	2,300	0,00008	0,003	OK
46	0,008671	2,900	0,00299	0,003	OK
215	0,000414	2,900	0,00014	0,003	OK
222	0,000130	2,300	0,00006	0,003	OK
223	0,000260	2,300	0,00011	0,003	OK

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

<sup>27</sup> (Fernández Pichucho & Paredes Bernal, 2010)

**CUADRO 3.75. TABLA DE RESUMEN DE TODOS DERIVA EN LOS PUNTOS MÁS DESFAVORABLES EN EL SENTIDO Y**

Joint	$\delta y$	Hp	Deriva Y	$\Delta_{max}$	
32	0,000251	2,300	0,00011	0,003	OK
36	0,000255	2,300	0,00011	0,003	OK
37	0,000268	2,900	0,00009	0,003	OK
41	0,000222	2,300	0,00010	0,003	OK
45	0,000273	2,300	0,00012	0,003	OK
46	0,000256	2,900	0,00009	0,003	OK
215	0,000758	2,900	0,00026	0,003	OK
222	0,000856	2,300	0,00037	0,003	OK
223	0,000882	2,300	0,00038	0,003	OK

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

### 3.5.2. ALTERNATIVA 2: FERROCEMENTO

El ferrocemento al igual que en la mampostería enchapada es un sistema de muros portantes o muros de cortante.

El sistema fue introducido en SAP2000 con valores que serán introducción a continuación.

#### 3.5.2.1 Materiales.

##### ■ FERROCEMENTO

El ferrocemento está conformado por la matriz y el acero de refuerzo que son las mallas de acero. El módulo de elasticidad teóricamente puede obtenerse de la ley de los materiales compuestos, pero para la modelación se toma el valor de 21000 MPa determinado por Walkus mediante ensayos de una sección de ferrocemento similares a las empleadas en el modelo.

■ Peso por unidad de volumen =  $\gamma = 2500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

■ Módulo de elasticidad =  $E = 214132.76 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

■ Módulo de Poisson =  $\mu = 0.2$

■ Módulo de corte =  $G = 89221.98 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

**FIGURA 3.63. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL “SAP 2000”**

General Data	
Material Name and Display Color	Ferrocemento <span style="color: blue;">■</span>
Material Type	Concrete
Material Notes	Modify/Show Notes...
Weight and Mass	
Weight per Unit Volume	2,5
Mass per Unit Volume	0,2549
Units	
Tonf, m, C	
Isotropic Property Data	
Modulus of Elasticity, E	2141327,6
Poisson's Ratio, U	0,2
Coefficient of Thermal Expansion, A	9,900E-06
Shear Modulus, G	892219,8

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

### ■ EUCALIPTO

Es el material de los rieles distribuidos en la cubierta, y que dan soporte a las planchas de fibrocemento.

- Peso por unidad de volumen =  $\gamma = 589.6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- Módulo de elasticidad =  $E = 56455.81 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$
- Módulo de Poisson =  $\mu = 0.4$
- Módulo de corte =  $G = 20162.789 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

**FIGURA 3.64. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL DE EUCALIPTO “SAP 2000”**

General Data	
Material Name and Display Color	Eucalipto <span style="color: blue;">■</span>
Material Type	Other
Material Notes	Modify/Show Notes...
Weight and Mass	
Weight per Unit Volume	5,896E-04
Mass per Unit Volume	6,012E-07
Units	
Kgf, cm, C	
Isotropic Property Data	
Modulus of Elasticity, E	56455,81
Poisson's Ratio, U	0,4
Coefficient of Thermal Expansion, A	1,880E-05
Shear Modulus, G	20162,789

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

### 3.5.2.2 Secciones

- **Ferrocemento**

Se define la sección como un elemento Shell con el espesor que presenta el plano arquitectónico respectivo y con las propiedades antes descritas.

**FIGURA 3.65. CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN DE FERROCEMENTO “SAP 2000”**

The screenshot shows the 'Section Properties' dialog box for a 'Ferrocemento' section. The 'Section Name' is 'Ferrocemento'. Under 'Type', 'Shell - Thin' is selected. The 'Material' is 'Ferrocemento' with a 'Material Angle' of 0. The 'Thickness' section shows 'Membrane' and 'Bending' both set to 0.035.

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

- **EUCALIPTO 5x2.5 cm**

La sección de los rieles de eucalipto que harán de soporte a las planchas de fibrocemento fue seleccionada de acuerdo a las especificaciones dadas por el proveedor.

**FIGURA 3.66. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL DE EUCALIPTO “SAP 2000”**

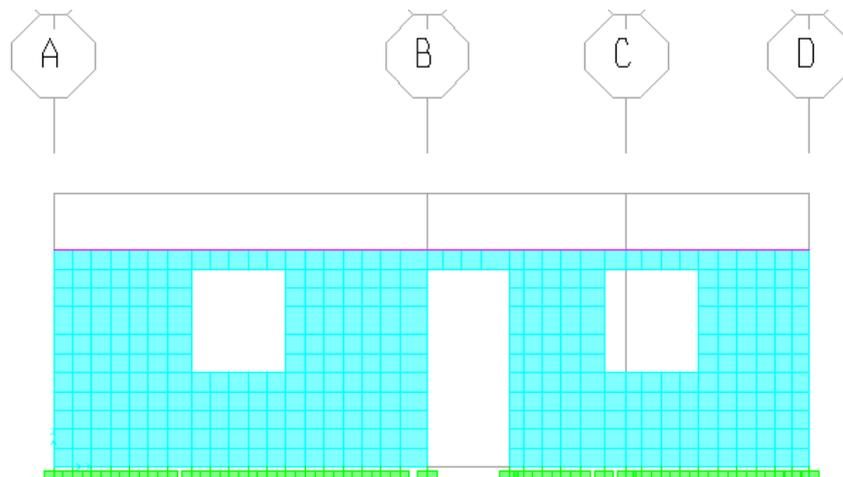
The screenshot shows the 'Material Properties' dialog box for 'Eucalipto 5x2.5 cm'. The 'Section Name' is 'Eucalipto 5x2.5 cm'. Under 'Dimensions', 'Depth (t3)' is 0.025 and 'Width (t2)' is 0.05. A 2D grid diagram shows a rectangular section with dimensions 0.025 and 0.05. The 'Material' is 'Eucalipto'.

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

### 3.5.2.3 Dibujo de los elementos del sistema de Ferrocemento

Se realiza el dibujo del modelo de acuerdo a las especificaciones de los planos arquitectónicos de la vivienda. Se ingresa de igual manera los valores de las cargas y combinaciones.

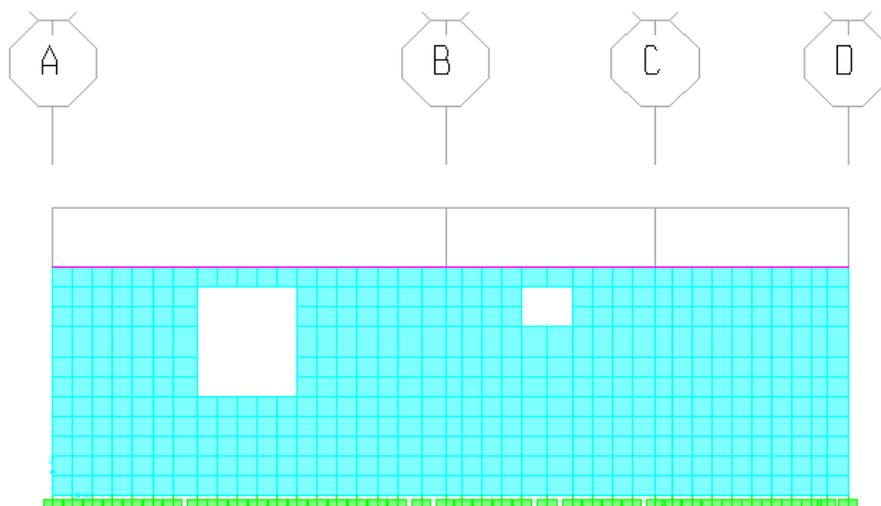
**FIGURA 3.67. FACHADA FRONTAL MODELO ESTRUCTURAL “SAP 2000”**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

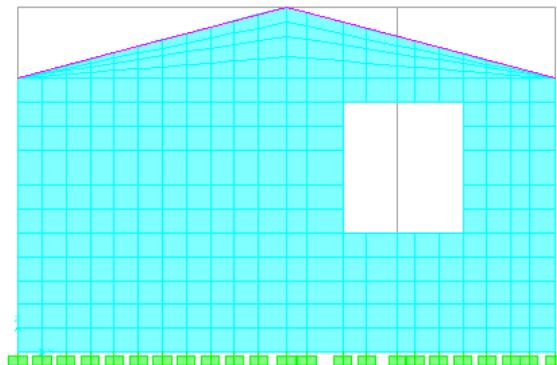
En la figura 3.66, 3.67, 3.68 y 3.69 se observa que los muros están divididos por áreas, esto se debe a que el programa hace por métodos finitos, por lo tanto se procede dividiendo los muros en áreas aproximadamente simétricas.

**FIGURA 3.68. FACHADA POSTERIOR MODELO ESTRUCTURAL “SAP 2000”**



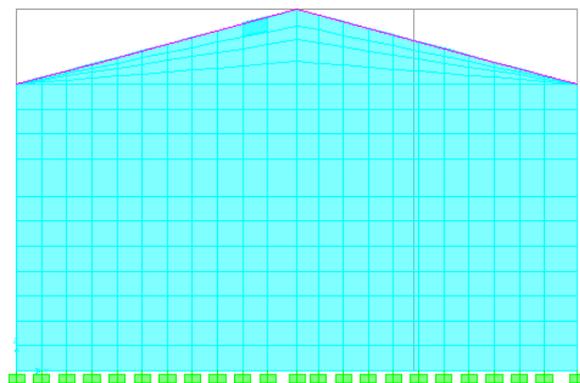
Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

**FIGURA 3.69. FACHADA POSTERIOR MODELO ESTRUCTURAL “SAP 2000”**



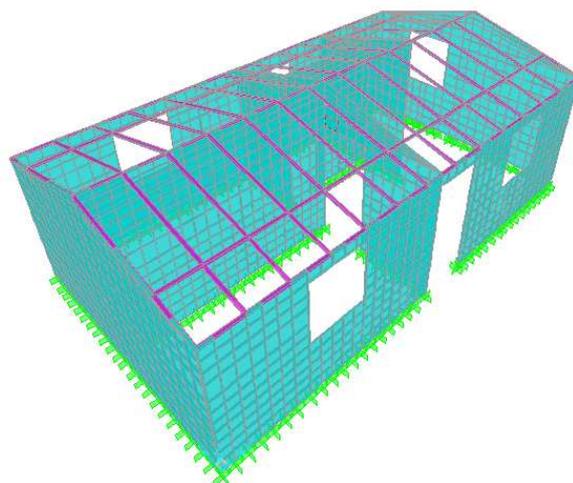
Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

**FIGURA 3.70. FACHADA LATERAL DERECHA MODELO ESTRUCTURAL “SAP 2000”**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

**FIGURA 3.71. MODELO GEOMÉTRICO COMPLETO “SAP 2000”**



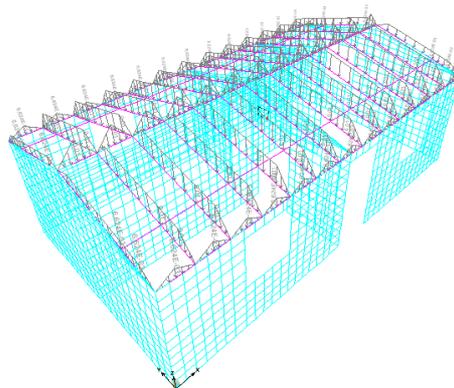
Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

### 3.5.2.4 Distribución de cargas dentro de la geometría propuesta.

- **Carga muerta**

La distribución de la carga muerta fue propuesta por la disposición y geometría que tiene la cubierta. La carga muerta que es aplicada a las planchas de fibrocemento es transmitida a las rieles y de estas a la mampostería de ferrocemento, como se indica en la figura.

**FIGURA 3.72. DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA MUERTA SIST. FERROCEMENTO “SAP 2000”**

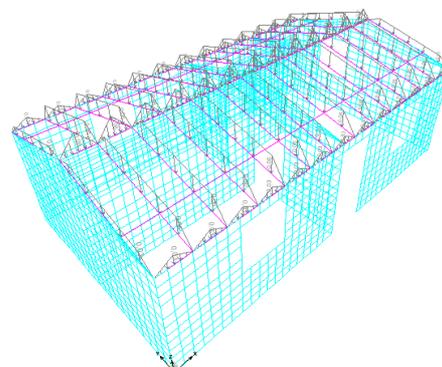


Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

- **Carga viva**

Según el código ecuatoriano de la construcción la carga viva es de 0.102 T/m<sup>2</sup>, la misma que es aplicada de la misma manera que la carga muerta antes mencionada.

**FIGURA 3.73. DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA VIVA SIST. FERROCEMENTO “SAP 2000”**

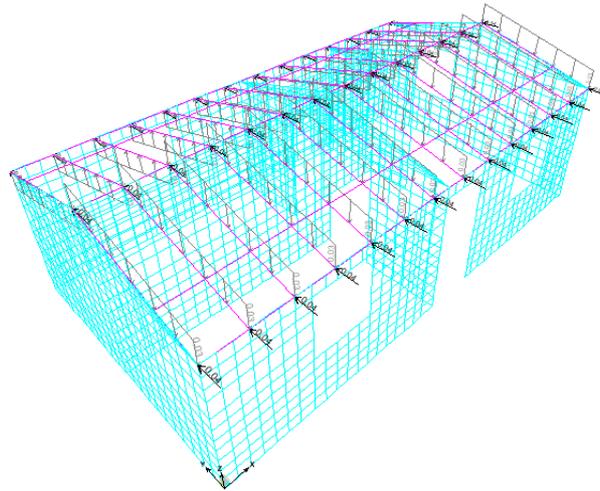


Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

### ■ Carga viento

La carga de viento está distribuida en dos direcciones, en dirección horizontal y en dirección vertical que a su vez es aplicada de 2 formas según sea presión o succión.

**FIGURA 3.74. DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA DE VIENTO SIST. FERROCEMENTO “SAP 2000”**

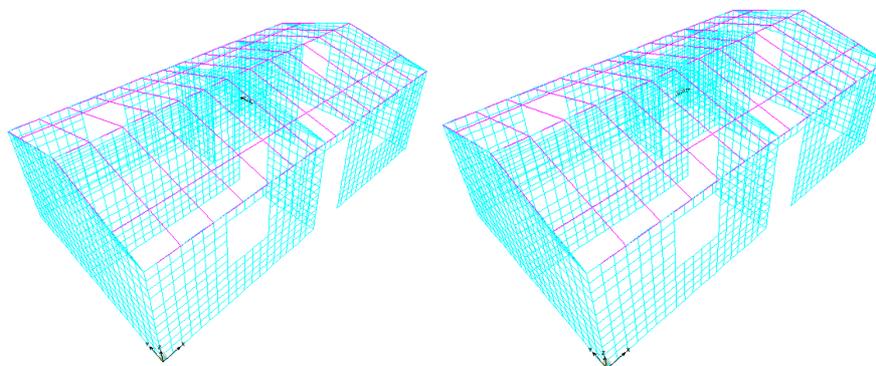


Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

### ■ Carga sísmica

Para la aplicación de la carga sísmica al modelo se procede a la obtención del centro de masas, el que es obtenido mediante las propiedades geométricas en planta de la estructura. A este centro de masas se le aplican las cargas de sismo obtenidos del análisis de cargas,  $S_x$  y  $S_y$ .

**FIGURA 3.75. DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA DE SISMO SIST. FERROCEMENTO “SAP 2000”**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

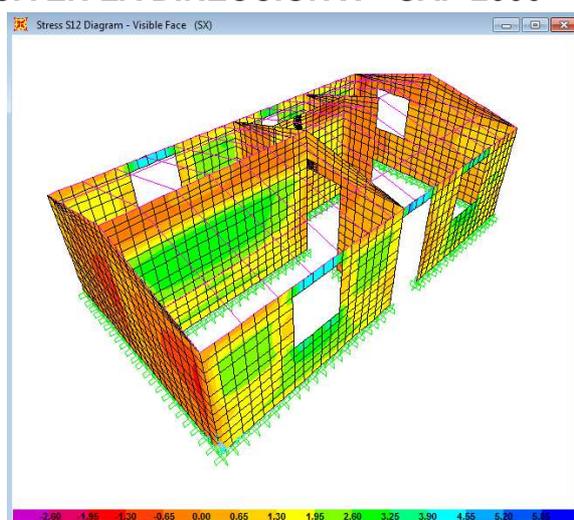
### 3.5.2.5 Resultados del modelo computacional.

#### ■ Esfuerzos de corte

Al utilizar el programa de análisis estructural se representan directamente los esfuerzos de corte con la nomenclatura S12 de elementos Shell.

Se revisa el corte ante el efecto de la fuerza sísmica en el sentido x y y.

**FIGURA 3.76. RESULTADO DE ESFUERZOS POR LA ACCIÓN DE LA CARGA SÍSMICA EN LA DIRECCIÓN X “SAP 2000”**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

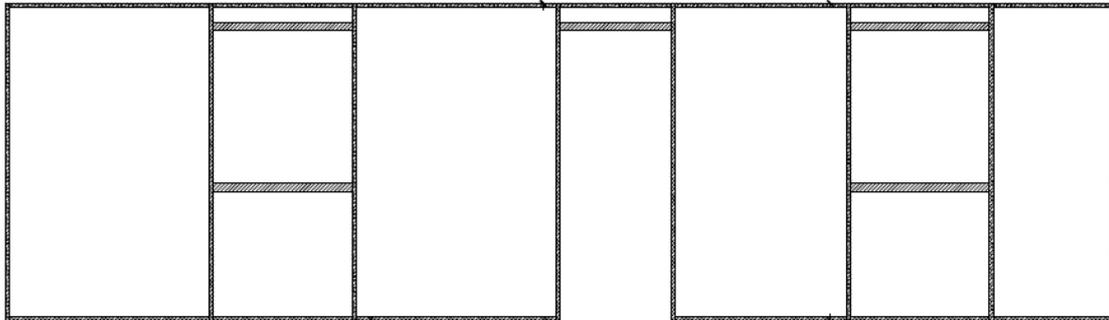
**FIGURA 3.77. RESULTADO DE ESFUERZOS POR LA ACCIÓN DE LA CARGA SÍSMICA EN LA DIRECCIÓN X; VISTA FRONTAL “SAP 2000”**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

Se observa que los esfuerzos son más intensos en las esquinas de las ventanas y puertas, por lo tanto se refuerza con marcos de perfiles metálicos como se indica en la figura 3.54

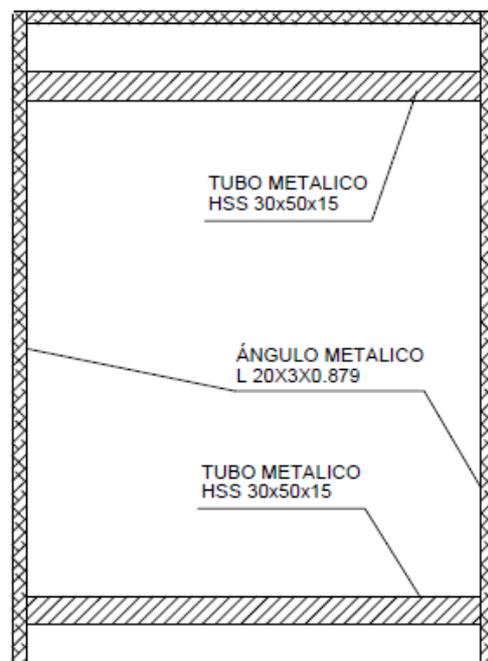
**FIGURA 3.78. DETALLE PARA CONCENTRACIÓN DE ESFUERZOS EN PUERTAS Y VENTANAS MARCOS METÁLICOS, AUTOCAD 2013**



ARMADO DE MARCOS EN ESQUINAS, PUERTAS Y VENTANAS  
ESC 1:50

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

**FIGURA 3.79. DETALLE PARA CONCENTRACIÓN DE ESFUERZOS EN VENTANAS SE UTILIZA MARCOS METÁLICOS, AUTOCAD 2013**



TIPOS DE MARCOS EN VENTANA

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

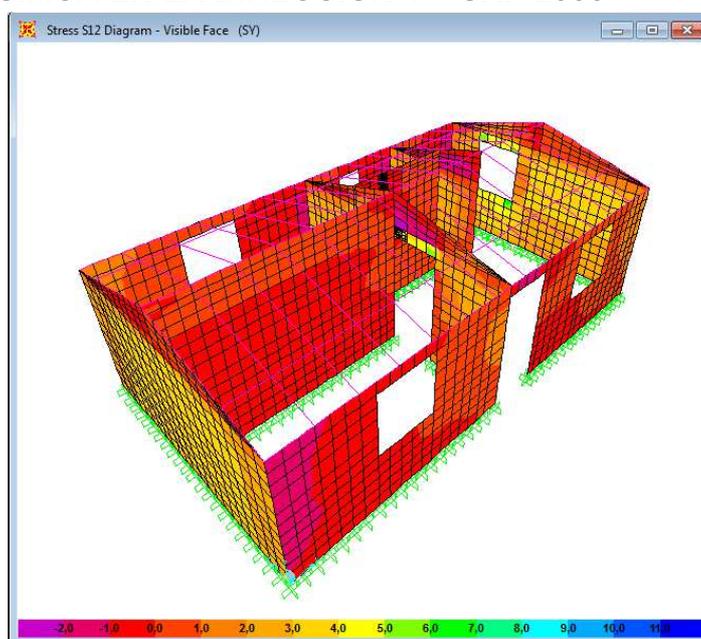
**FIGURA 3.80. DETALLE PARA CONCENTRACIÓN DE ESFUERZOS EN PUERTAS SE UTILIZA MARCOS METÁLICOS AUTOCAD 2013**



TIPOS DE MARCOS EN PUERTA

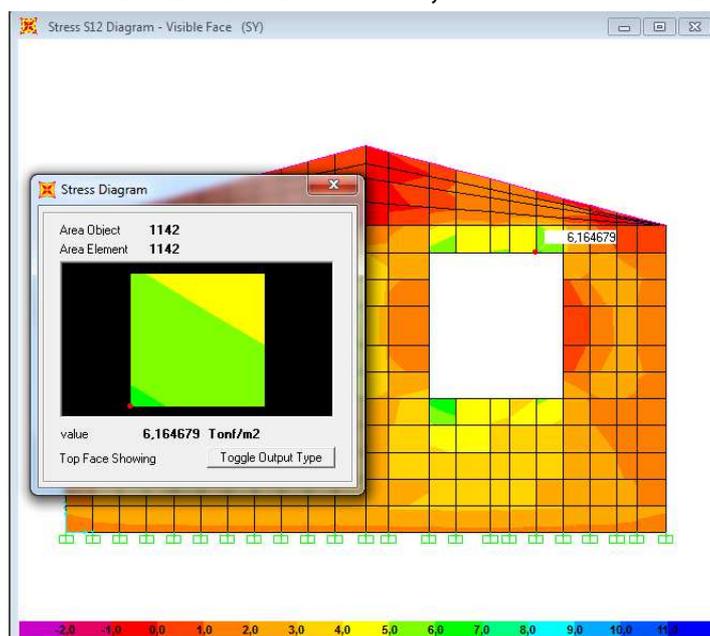
Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

**FIGURA 3.81. RESULTADO DE ESFUERZOS POR LA ACCIÓN DE LA CARGA SÍSMICA EN LA DIRECCIÓN Y “SAP 2000“**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

**FIGURA 3.82. RESULTADO DE ESFUERZOS POR LA ACCIÓN DE LA CARGA SÍSMICA EN LA DIRECCIÓN X; VISTA FRONTAL “SAP 2000”**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

Los esfuerzos obtenidos de cortante son aceptables debidos que la tensión admisible al corte es de 7 kg/cm<sup>2</sup> o 70 T/m<sup>2</sup>.<sup>28</sup>

#### ■ Deriva

La deriva es el desplazamiento relativo entre dos puntos de la estructura usualmente en pisos y su importancia se basa en el control de daño de los elementos.

**CUADRO 3.76. TABLA DE RESUMEN DE TODOS DERIVA EN LOS PUNTOS MAS DESFAVORABLES EN EL SENTIDO X**

Joint	$\delta x$	Hp	Deriva X	$\Delta_{max}$	
32	0,000113	2,300	0,00005	0,003	OK
36	0,000111	2,300	0,00005	0,003	OK
37	0,000125	2,900	0,00004	0,003	OK
41	0,000113	2,300	0,00005	0,003	OK
45	0,000111	2,300	0,00005	0,003	OK
46	0,000125	2,900	0,00004	0,003	OK
215	0,000125	2,300	0,00005	0,003	OK
222	0,000111	2,300	0,00005	0,003	OK
223	0,000113	2,900	0,00004	0,003	OK

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

<sup>28</sup> (Barrientos)

**CUADRO 3.77. TABLA DE RESUMEN DE TODOS DERIVA EN LOS PUNTOS MAS DESFAVORABLES EN EL SENTIDO Y**

Joint	$\delta y$	Hp	Deriva Y	$\Delta_{max}$	
32	0,000157	2,300	0,00007	0,003	OK
36	0,000157	2,300	0,00007	0,003	OK
37	0,000169	2,900	0,00006	0,003	OK
41	0,000173	2,300	0,00008	0,003	OK
45	0,000173	2,300	0,00008	0,003	OK
46	0,000183	2,900	0,00006	0,003	OK
215	0,000176	2,900	0,00006	0,003	OK
222	0,000165	2,300	0,00007	0,003	OK
223	0,000165	2,300	0,00007	0,003	OK

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

### 3.5.3. ALTERNATIVA 3: SISTEMA A PORTICADO DE HORMIGÓN ARMADO

El sistema fue introducido en SAP2000 con valores que serán introducción a continuación.

#### 3.5.3.1. Materiales.

##### ■ Hormigón

El hormigón o concreto es un material compuesto empleado formado esencialmente por cemento, agregado, agua y aditivos específicos. En el modelo el pórtico formado por las columnas y las vigas, son esencialmente conformados de hormigón armado.

- Peso por unidad de volumen =  $\gamma = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- Módulo de elasticidad =  $E = 219499 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$
- Módulo de Poisson =  $\mu = 0.2$
- Módulo de corte =  $G = 91458.18 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

**FIGURA 3.83. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL HORMIGÓN “SAP 2000”**

General Data	
Material Name and Display Color	3000Psi
Material Type	Concrete
Material Notes	Modify/Show Notes...
Weight and Mass	
Weight per Unit Volume	2.403E-03
Mass per Unit Volume	2.450E-06
Units	
	Kgf. cm. C
Isotropic Property Data	
Modulus of Elasticity, E	219499.64
Poisson's Ratio, U	0.2
Coefficient of Thermal Expansion, A	9.900E-06
Shear Modulus, G	91458.18
Other Properties for Concrete Materials:	
Specified Concrete Compressive Strength, f <sub>c</sub>	210.9209
<input type="checkbox"/> Lightweight Concrete	
Shear Strength Reduction Factor	

Fuente SAP 2000 Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

#### ■ Eucalipto

Es el material de los rieles distribuidos en la cubierta, y que dan soporte a las planchas de fibrocemento.

- Peso por unidad de volumen =  $\gamma = 589.6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- Módulo de elasticidad =  $E = 56455.81 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$
- Módulo de Poisson =  $\mu = 0.4$
- Módulo de corte =  $G = 20162.789 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

**FIGURA 3.84. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL EUCALIPTO “SAP 2000”**

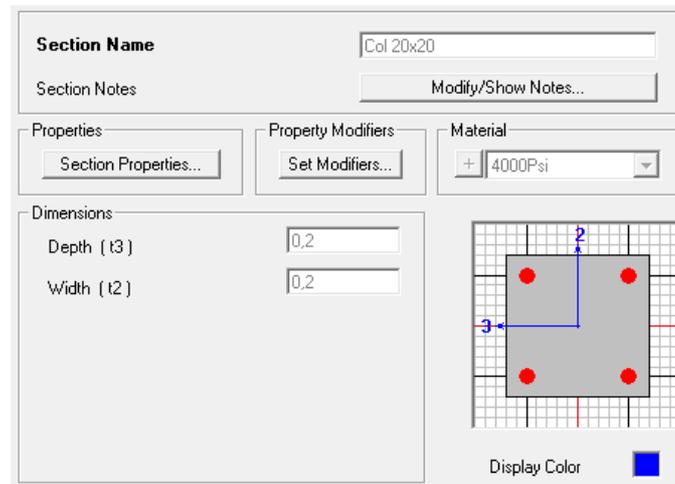
General Data	
Material Name and Display Color	Eucalipto
Material Type	Other
Material Notes	Modify/Show Notes...
Weight and Mass	
Weight per Unit Volume	5.896E-04
Mass per Unit Volume	6.012E-07
Units	
	Kgf. cm. C
Isotropic Property Data	
Modulus of Elasticity, E	56455.81
Poisson's Ratio, U	0.4
Coefficient of Thermal Expansion, A	1.880E-05
Shear Modulus, G	20162.789

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

### 3.5.3.2. Secciones.

#### ■ Columna 20x20 cm

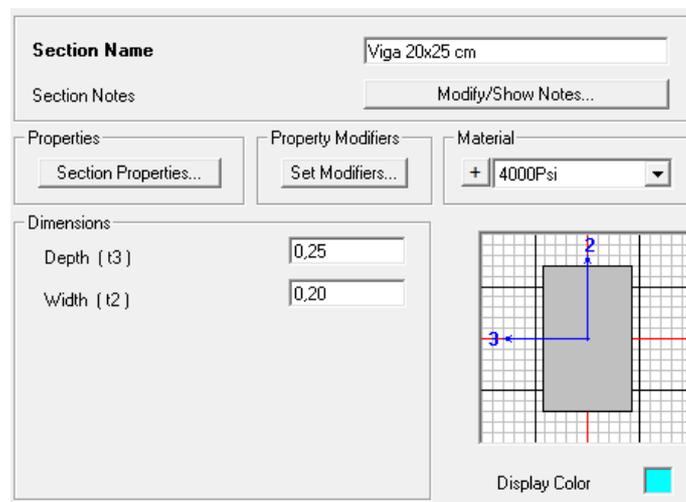
**FIGURA 3.85. CONFIGURACIÓN SECCIÓN COLUMNA “SAP 2000”**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

#### ■ Viga

**FIGURA 3.86. CONFIGURACIÓN SECCIÓN VIGA “SAP 2000”**

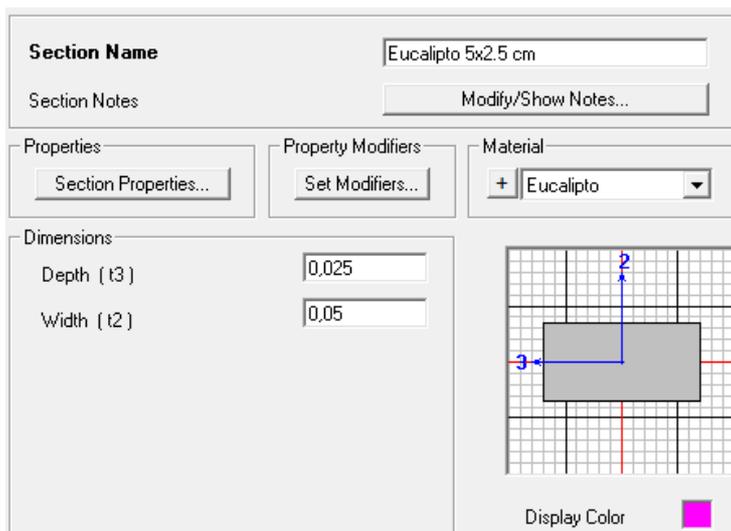


Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

### ■ Eucalipto 5x2.5 cm

La sección de los rieles de eucalipto que harán de soporte a las planchas de fibrocemento fue seleccionada de acuerdo a las especificaciones dadas por el proveedor.

**FIGURA 3.87. CONFIGURACIÓN SECCIÓN EUCALIPTO “SAP 2000”**

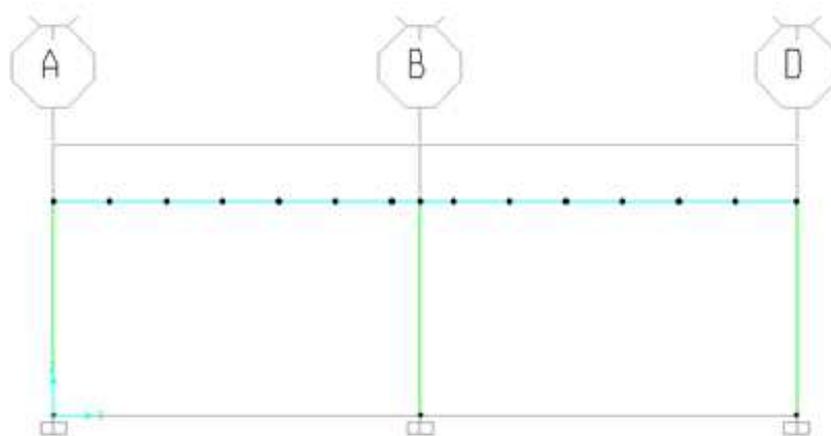


Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

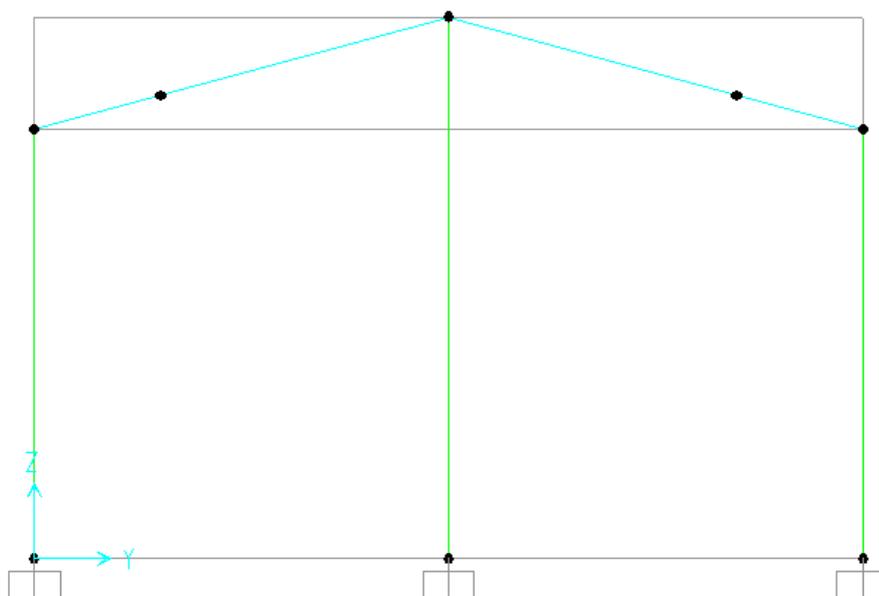
#### 3.5.3.3. Dibujo de los elementos.

Se realiza el dibujo del modelo de acuerdo a las especificaciones de los planos arquitectónicos de la vivienda. Se ingresa de igual manera los valores de las cargas y combinaciones.

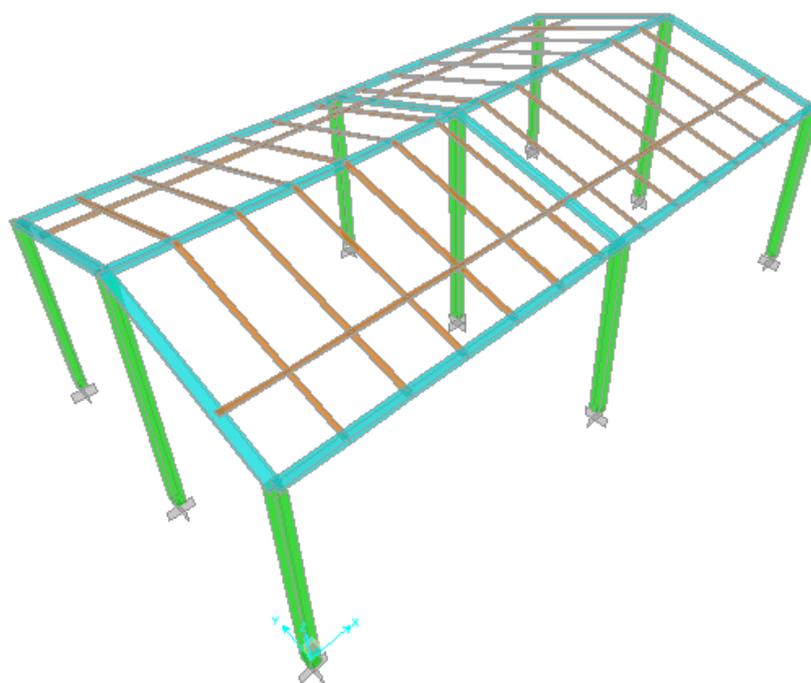
**FIGURA 3.88. FACHADA FRONTAL MODELO ESTRUCTURAL “SAP 2000”**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

**FIGURA 3.89. FACHADA LATERAL MODELO ESTRUCTURAL “SAP 2000”**

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

**FIGURA 3.90. MODELO GEOMÉTRICO COMPLETO “SAP 2000”**

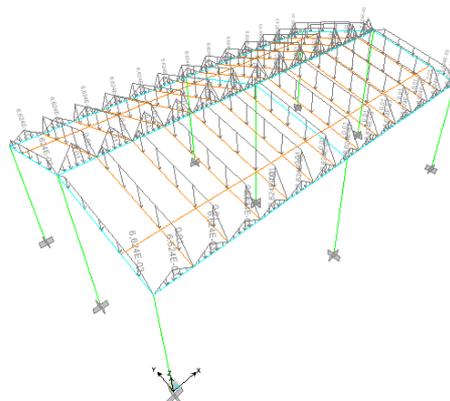
Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

### 3.5.3.4. Distribución de cargas dentro de la geometría propuesta.

#### ■ Carga muerta

La distribución de la carga muerta fue propuesta por la disposición y geometría que tiene la cubierta. La carga muerta que es aplicada a las planchas de fibrocemento es transmitida a las rieles y de estas a las vigas, estas llevan a las columnas que a su vez transmiten a la cimentación.

**FIGURA 3.91. DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA MUERTA SIST. APORTICADO “SAP 2000”**

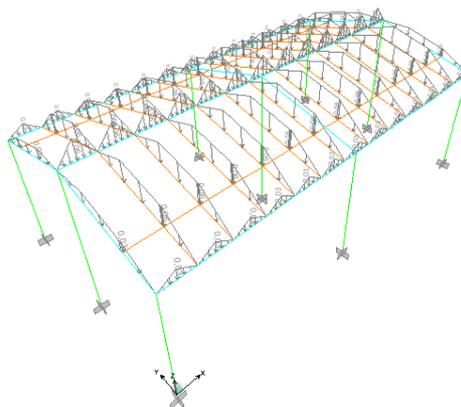


Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

#### ■ Carga viva

Según el código ecuatoriano de la construcción la carga viva es de 0.102 T/m<sup>2</sup>, la misma que es aplicada de la misma manera que la carga muerta antes mencionada.

**FIGURA 3.92. DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA VIVA SIST. APORTICADO “SAP 2000”**

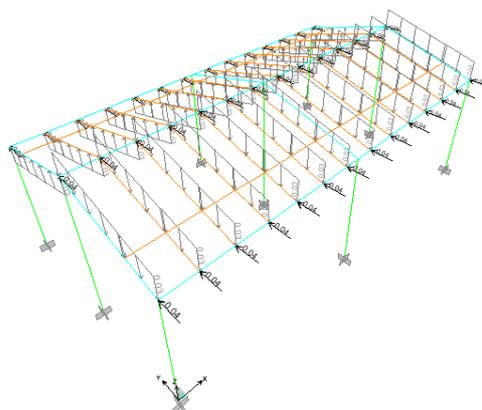


Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

### ■ Carga viento

La carga de viento está distribuida en dos direcciones, en dirección horizontal y en dirección vertical que a su vez es aplicada de 2 formas según sea presión o succión.

**FIGURA 3.93. DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA VIVA SIST. APORTICADO “SAP 2000”**

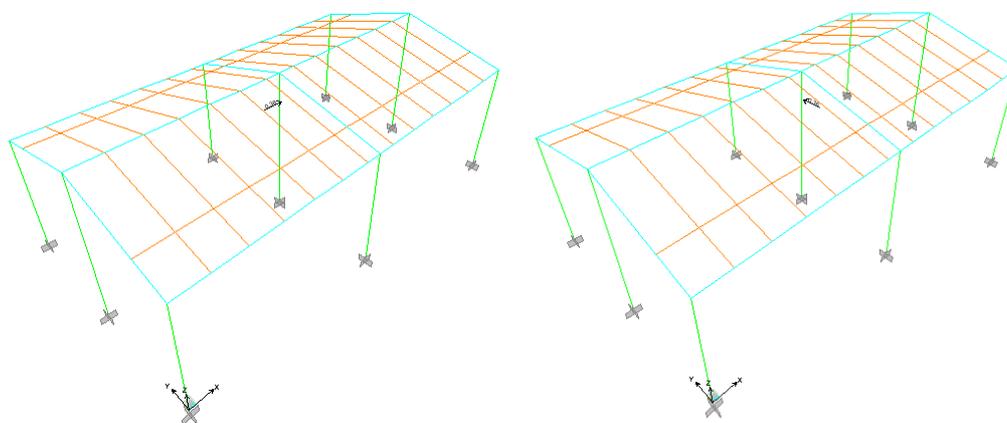


Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

### ■ Carga sísmica

Para la aplicación de la carga sísmica al modelo se procede a la obtención del centro de masas, el que es obtenido mediante las propiedades geométricas en planta de la estructura. A este centro de masas se le aplican las cargas de sismo obtenidos del análisis de cargas,  $S_x$  y  $S_y$ .

**FIGURA 3.94. DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA SÍSMICA SIST. APORTICADO “SAP 2000”**

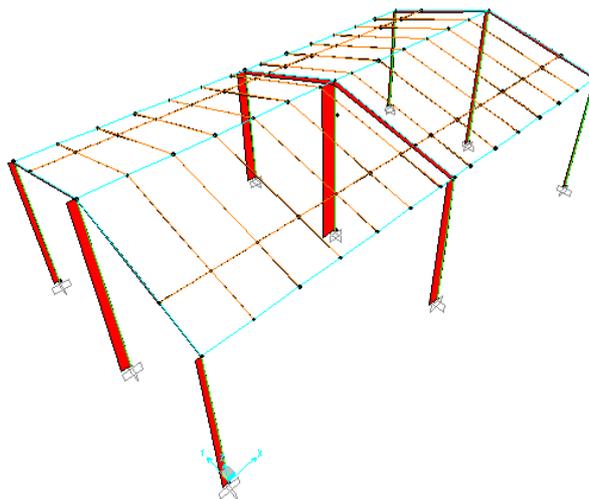


Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

### 3.5.3.5. Resultados del modelo computacional.

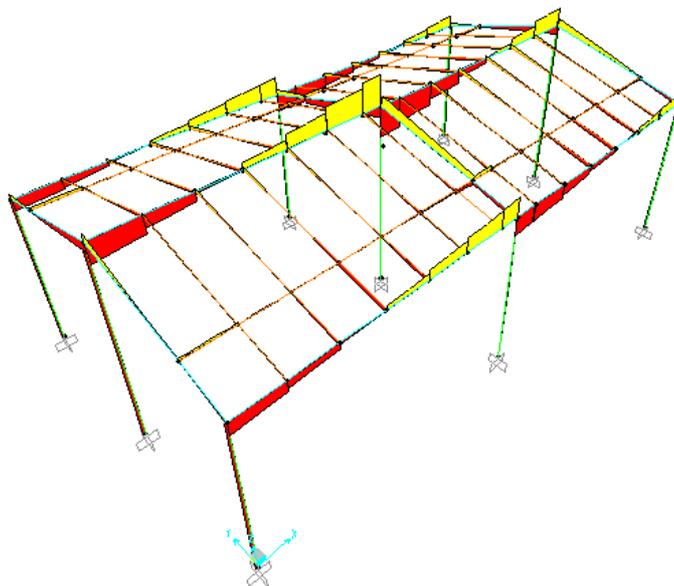
#### ■ Diagrama de esfuerzos

**FIGURA 3.95. DIAGRAMAS DE FUERZAS AXIALES DEL SISTEMA APORTICADO “SAP 2000”**



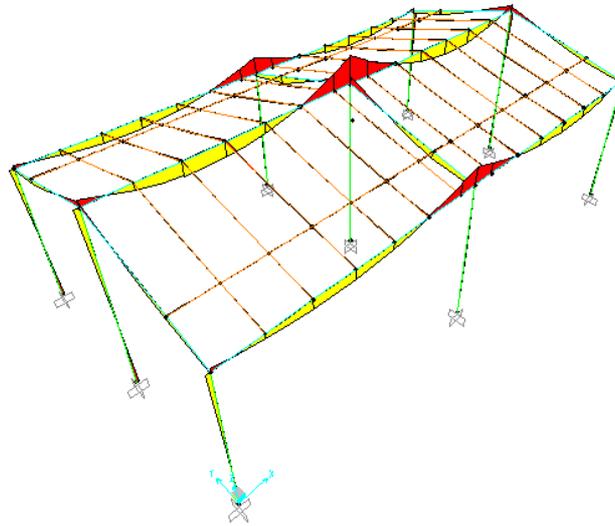
Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

**FIGURA 3.96. DIAGRAMAS DE ESFUERZOS DE CORTE DEL SISTEMA APORTICADO “SAP 2000”**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

**FIGURA 3.97. DIAGRAMAS DE MOMENTOS DEL SISTEMA APORTICADO “SAP 2000”**



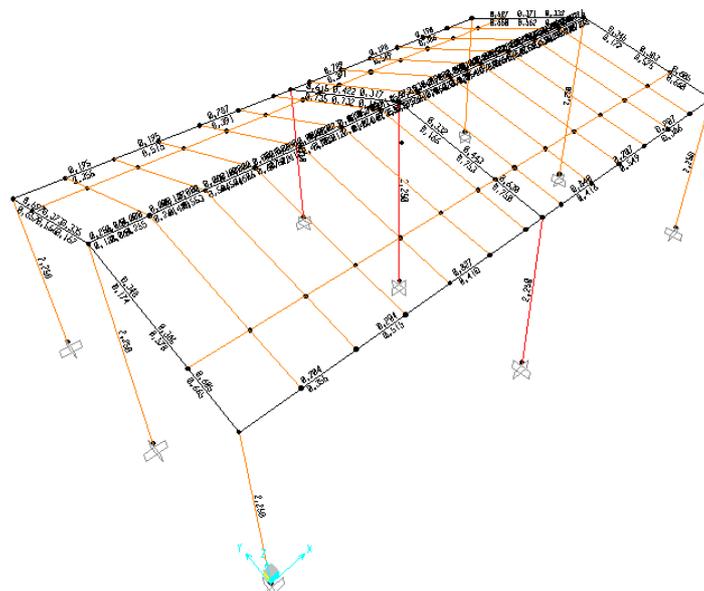
Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

■ Esfuerzos de corte

Mediante el programa se procedió a diseñar la cantidad de refuerzo requerido para comparar con el que se dispone.

De los resultados obtenidos se puede observar que el refuerzo es suficiente.

**FIGURA 3.98. CANTIDAD DE ÁREA DE REFUERZO PARA CORTE DEL SIST. APORTICADO “SAP 2000”**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

■ Deriva

La deriva es el desplazamiento relativo entre dos puntos de la estructura usualmente en pisos y su importancia se basa en el control de daño de los elementos.

**CUADRO 3.78. TABLA DE RESUMEN DE TODOS DERIVA EN LOS PUNTOS MÁS DESFAVORABLES EN EL SENTIDO X**

Joint	$\delta x$	Hp	Deriva X	$\Delta_{max}$	
4	0,004319	2,300	0,00188	0,003	OK
19	0,004319	2,300	0,00188	0,003	OK
21	0,004736	2,900	0,00163	0,003	OK
32	0,004316	2,300	0,00188	0,003	OK
36	0,004316	2,300	0,00188	0,003	OK
37	0,004736	2,900	0,00163	0,003	OK
41	0,004316	2,300	0,00188	0,003	OK
45	0,004316	2,300	0,00188	0,003	OK
46	0,004736	2,900	0,00163	0,003	OK

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

**CUADRO 3.79. TABLA DE RESUMEN DE TODOS DERIVA EN LOS PUNTOS MÁS DESFAVORABLES EN EL SENTIDO Y**

Joint	$\delta y$	Hp	Deriva Y	$\Delta_{max}$	
4	0,005003	2,300	0,00218	0,003	OK
19	0,005003	2,300	0,00218	0,003	OK
21	0,005009	2,900	0,00173	0,003	OK
32	0,003944	2,300	0,00171	0,003	OK
36	0,003944	2,300	0,00171	0,003	OK
37	0,003950	2,900	0,00136	0,003	OK
41	0,003926	2,300	0,00171	0,003	OK
45	0,003926	2,300	0,00171	0,003	OK
46	0,003932	2,900	0,00136	0,003	OK

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

### 3.5.4. CALCULO DE LA CIMENTACIÓN PARA LAS 3 ALTERNATIVAS

- **Cimentación Tipo 1.-** Se utilizara una losa de cimentación, está constituida de concreto de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , con malla de refuerzo R196 ARMEX, la losa asumirá un peralte de 15cm, un ancho de 8,40m y un largo de 4,90m, los parámetros que se utilizan serán los indicados en la tabla.

La condición para determinar el peralte efectivo de la losa de cimentación, se basa en que la sección debe resistir el cortante por penetración (cortante por punzonamiento), asumido que ese punzonamiento es resistido por la superficie bajo la línea punteada.

Dimensionamiento de la altura  $h$  de la losa de cimentación:

$W_{un}$ = Reacción neta del terreno

$V_u$ = Cortante por punzonamiento actuante

$V_c$ = Resistencia al cortante por punzonamiento en el concreto

Procedimiento

1. Se obtiene la primera ecuación en función del perímetro de la sección crítica, con la ecuación 2.13 y 2.14 que determina el ACI.

$$V_c = 0.27 \left( 2 + \frac{4}{\beta_c} \right) * \sqrt{f'c} * b_o * d \quad (3.26)$$

$$V_c = 0.27 \left( 2 + \frac{\alpha_s * d}{b_o} \right) * \sqrt{f'c} * b_o * d \quad (3.27)$$

2. La segunda ecuación se obtiene del equilibrio entre carga última y la carga del terreno hacia la losa de cimentación.

$$V_u = P_u - W_{nu} * (\text{Área de la sección crítica})$$

**CUADRO 3.80. DIMENSIONES VIGA VIRTUAL**

DATOS		Espesor de calculo	
f'c=	210.00	Varilla	0.60 cm
$\alpha_s$ =	30.00	Replanteo	7.50 cm
Pu=	0.229 T	d	0.081 cm
wnu=	0.50 t/m <sup>2</sup>	Espesor <sub>min</sub>	8.18 cm
		Espesor escogido	15.00 cm

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

■ Diseño a flexión

El diseño por flexión supone que deben cumplirse las condiciones de equilibrio de fuerzas, compatibilidad de deformaciones y leyes constitutivas.

Para el diseño del elemento se dividió la losa en vigas virtuales, 3 en cada dirección. Vigas de 1.63m de ancho y 8.40m de largo, y vigas de 2.80 m de ancho y 4.90 de largo en el otro sentido, con un espesor de 15 cm.

**CUADRO 3.81. DIMENSIONES VIGA VIRTUAL**

Dimensiones		
h	15,00	cm
b	163,00	cm
d	11,00	cm
r	4,00	cm

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

Para losas de cimentación de espesor uniforme, deberá tener una cuantía mínima de 0.0018 de refuerzo y no se deberá colocarse con una separación mayor de 5 veces el espesor de la losa ni de 450 mm; como se encuentra presentado en el ACI.

**CUADRO 3.82. CUANTÍA Y ACERO MÍNIMO SEGÚN EL ACI 7.12**

Minimo		
$\rho_{min}$	0,0018	
As	3,19	cm <sup>2</sup>
As	319,44	mm <sup>2</sup>
As	195,98	mm <sup>2</sup> /m

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

Mediante el SAP2000 se obtienen los momentos a emplear para el diseño en 4 secciones de la viga virtual.

### CUADRO 3.83. REFUERZO REQUERIDO DE ACUERDO A LAS SOLICITACIONES

Acero de refuerzo							
SECCION	b cm	h cm	d cm	Mu Kg*cm	As cm2	As mm2	As mm2/m
1	163,00	15,00	11,00	89350,00	1,78	178,03	109,22
2	163,00	15,00	11,00	153650,00	3,18	318,32	195,29
3	163,00	15,00	11,00	153650,00	3,18	318,32	195,29
4	163,00	15,00	11,00	83440,00	1,66	166,40	102,09

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

Se coloca una malla R196

### CUADRO 3.84. COMPROBACIÓN DEL REFUERZO

Acero de refuerzo							
SECCION	b cm	h cm	Armado real	As real cm2	As req cm2	As min cm2	Chequeo
1	163,00	15,00	R196	3,19	1,78	3,19	OK
2	163,00	15,00	R196	3,19	3,18	3,19	OK
3	163,00	15,00	R196	3,19	3,18	3,19	OK
4	163,00	15,00	R196	3,19	1,66	3,19	OK

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente, SAP 2000

Adicionalmente al procedimiento de diseño descrito se debe verificar que el acero calculado cumpla con los requerimientos mínimos y máximos que exige la norma.

Por lo tanto para el diseño se escoge una malla Armex R196 con diámetro longitudinal y transversal de 5 mm y separaciones de 10 cm en las dos direcciones, esta malla cumple con los requerimientos mínimos de cuantía los cuales son suficientes para el diseño a flexión.

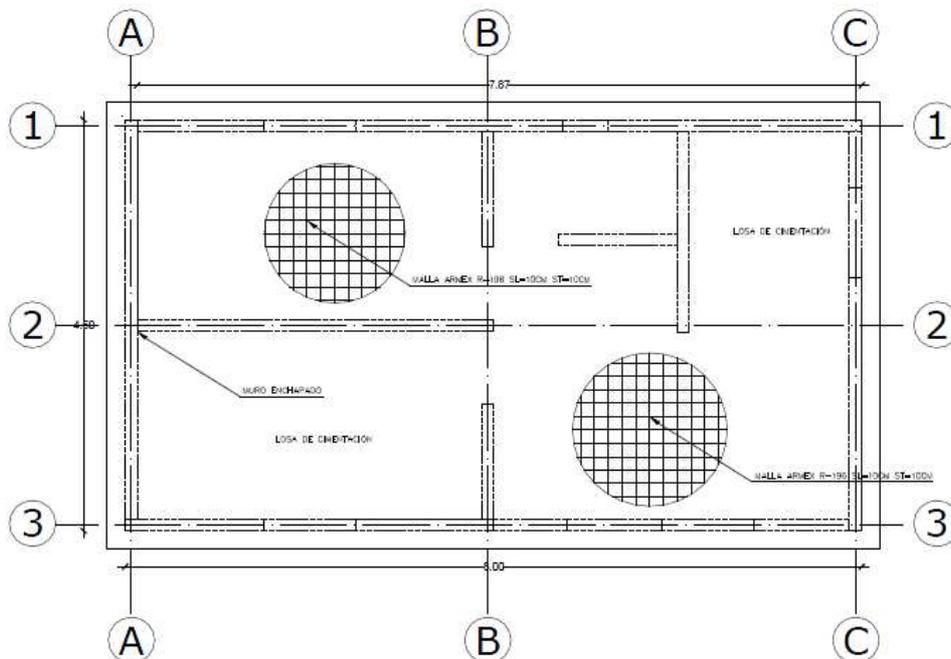
### CUADRO 3.85. TABLA DE PARÁMETROS UTILIZADOS EN EL DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EL SISTEMA DE ENCHAPADO

Coeficiente de Balasto	2400 T/m3
Esfuerzo Admisible	7,5 kg/cm2
Carga muerta	0.4 t/m2
Carga viva	0.102 t/m2

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

Se diseña la cimentación con la siguiente geometría y configuración de los elementos.

**FIGURA 3.99. GEOMETRÍA DE LA CIMENTACIÓN PARA EL SISTEMA DE ENCHAPADO**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente: AUTOCAD

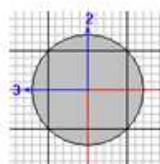
El diseño estructural se hizo con ayuda del paquete computacional SAP 2000, ocupando los parámetros y configuraciones que se mostraran en las siguientes imágenes:

■ Materiales:

- **Concreto  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$**
- **Peso específico=  $2.4\text{T/m}^2$**
- **Módulo de Elasticidad  $E_c=2100000 \text{ t/m}^2$**
- **Poisson  $U=0.2$**
- **Coefficiente de expansión térmica  $A=1.170\text{E-}05$**

**FIGURA 3.100. DIMENSIÓN VARILLA DE MALLA**

Malla Armex R - 61



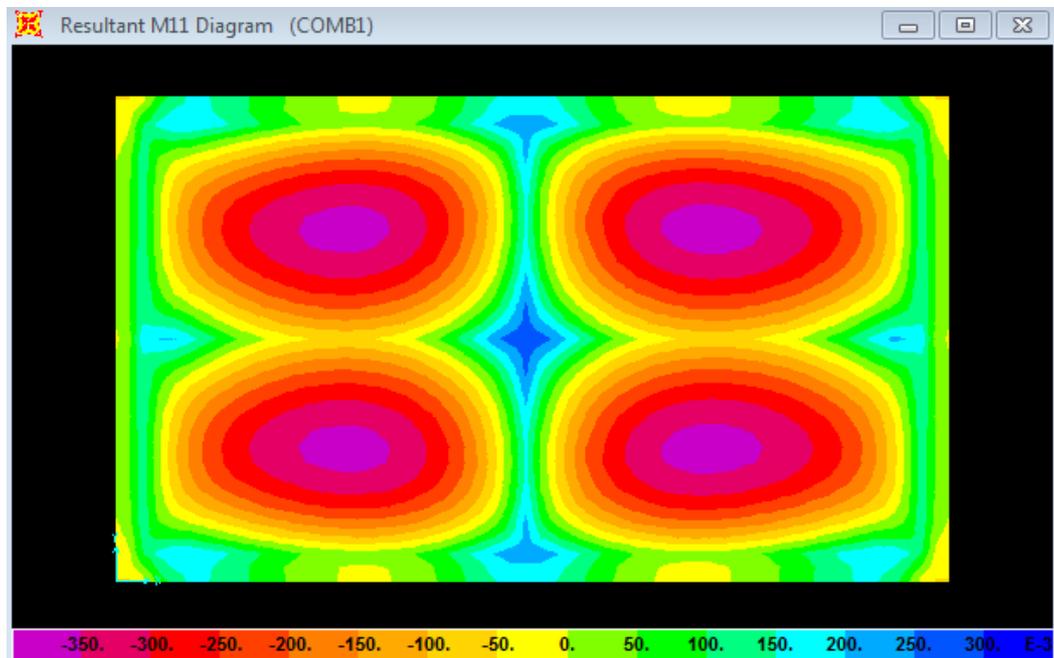
Considerado como elemento que trabaja a flexión no rígido

Diámetro=3.5mm

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente: SAP 2000

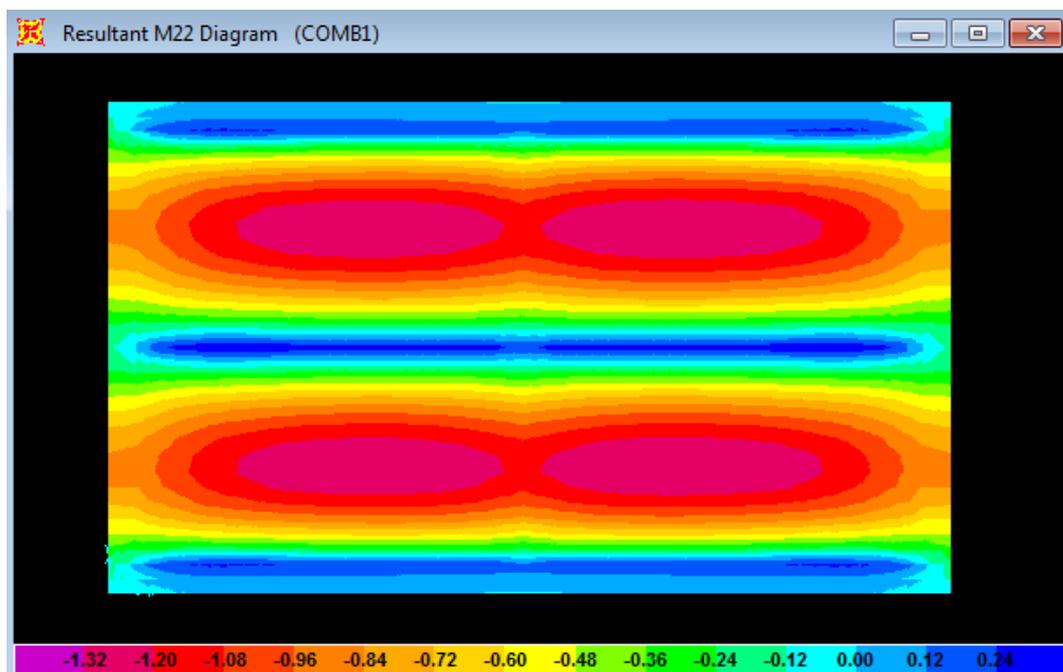
Los resultados obtenidos del programa sap2000 son los siguientes:

**FIGURA 3.101. RESULTADO DE MOMENTOS EN EL SENTIDO X PARA LOSA DE CIMENTACIÓN SISTEMA DE ENCHAPADO**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente: SAP 2000

**FIGURA 3.102. RESULTADO DE MOMENTOS EN EL SENTIDO Y PARA LOSA DE CIMENTACIÓN SISTEMA DE ENCHAPADO**



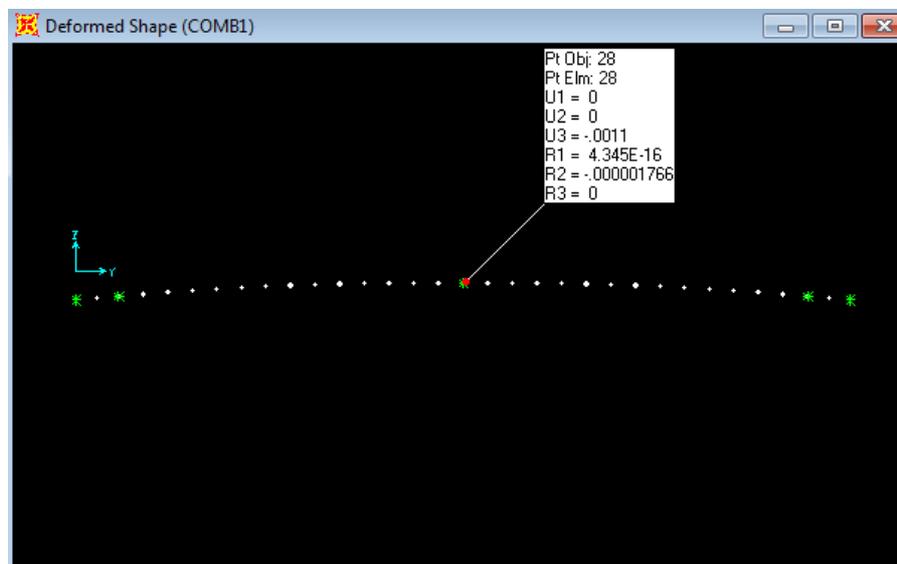
Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente: SAP 2000

Los momentos antes presentados tienen la siguiente interpretación: Los momentos tienen unidades de MOMENTO/LONGITUD, actuado en la superficie media del elemento, el programa solo calcula la respuesta de estos momentos en los nudos del bloque.

Para el chequeo de la sección se utilizarán cuatro combinaciones descritos en el reglamento de construcción en concreto estructural ACI.

En el modelo de la cimentación se obtuvieron las siguientes deformaciones para combinaciones de cargas:

### FIGURA 3.103. RESULTADO DE DEFORMACIONES PARA LOSA DE CIMENTACIÓN SISTEMA DE ENCHAPADO



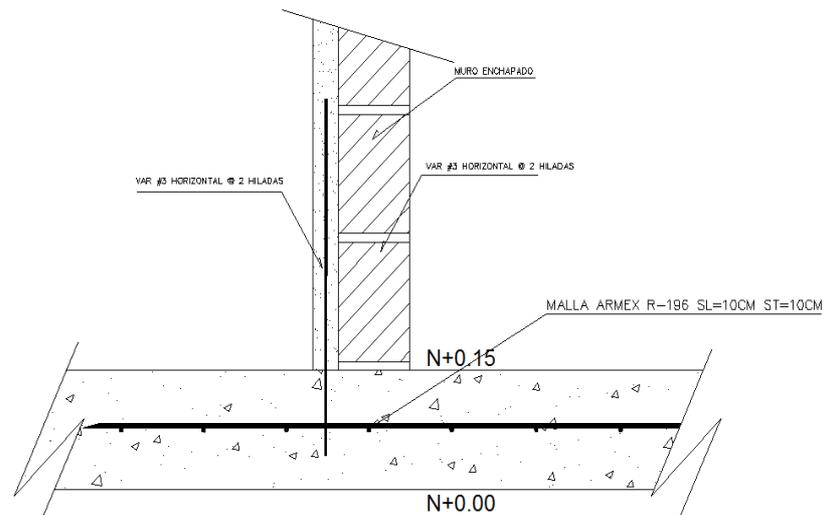
Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng **Fuente: SAP 2000**

Según el código ACI la deformación que se podrá obtener es de 0.015m y el desplazamiento en el sitio más desfavorable que se obtuvo fue de 0.0011, con lo cual se está dentro de los parámetros escogidos.

#### ■ Detalles constructivos para la cimentación tipo 1

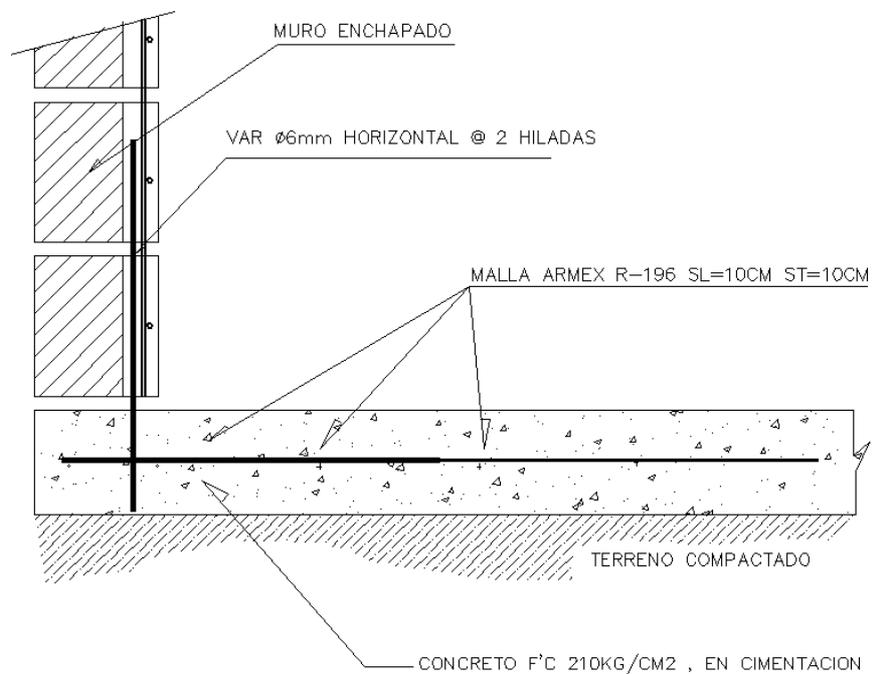
Los detalles constructivos se desarrollaron siguiendo los resultados del modelo mático creado en el paquete computacional SAP 2000.

**FIGURA 3.104. DETALLE CONSTRUCTIVO 1 LOSA DE CIMENTACIÓN MURO PORTANTE SISTEMA ENCHAPADO**



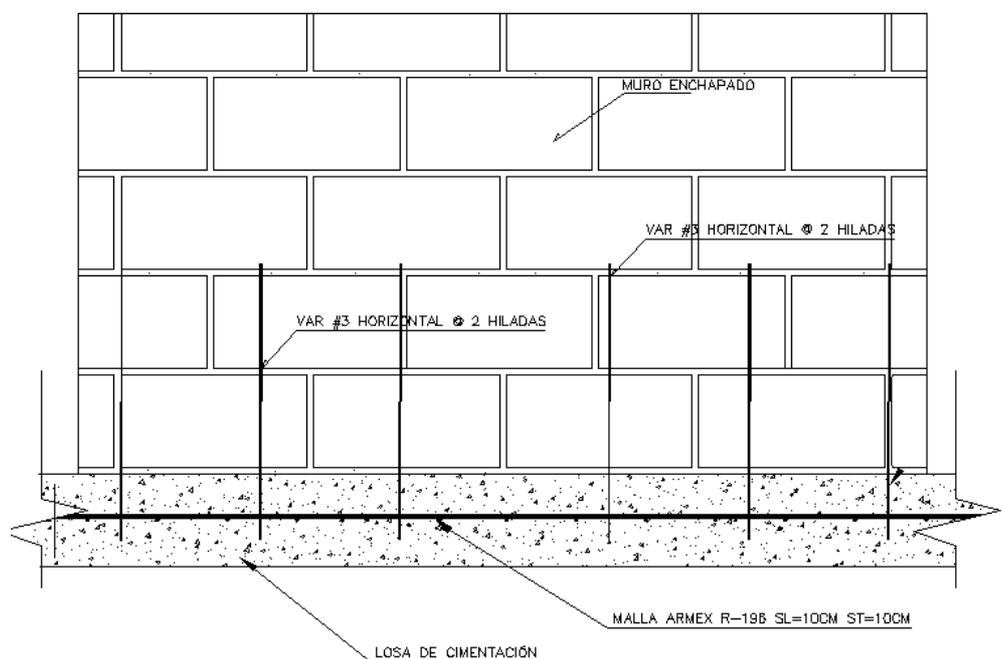
Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente: AUTOCAD

**FIGURA 3.105. DETALLE CONSTRUCTIVO 1 LOSA DE CIMENTACIÓN MURO PORTANTE SISTEMA ENCHAPADO**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente: AUTOCAD

**FIGURA 3.106. DETALLE CONSTRUCTIVO 2 LOSA DE CIMENTACIÓN MURO PORTANTE SISTEMA ENCHAPADO**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng **AUTOCAD**

- **Cimentación Tipo 2.-** Se utilizará una losa de cimentación, está constituida de concreto de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , con malla de refuerzo R61 ARMEX, la losa asumirá un peralte de 10cm, un ancho de 8,40m y un largo de 4,90m. Los parámetros que se utilizarán serán los indicados en la tabla.

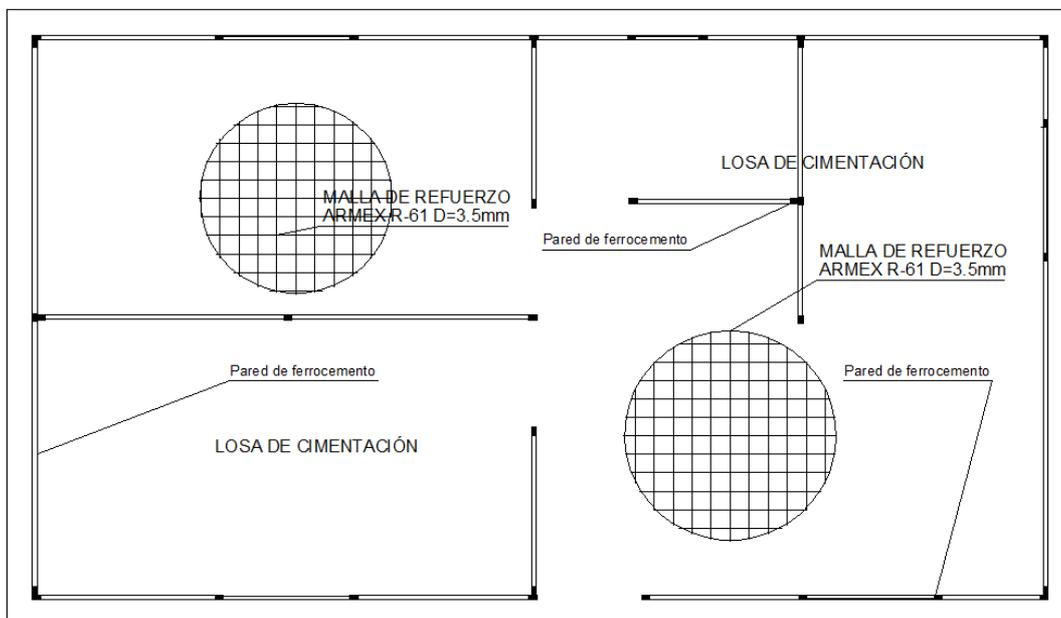
**CUADRO 3.86. TABLA DE PARÁMETROS UTILIZADOS EN EL DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EL SISTEMA DE ENCHAPADO**

Coefficiente de Balasto	2400 T/m <sup>3</sup>
Esfuerzo Admisible	7.5 kg/cm <sup>2</sup>
Carga Muerta	0.12 t/m <sup>2</sup>
Carga Viva	0.102 t/m <sup>2</sup>

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

Se establecen los parámetros geométricos para el desarrollo del modelo en el paquete computacional SAP 2000

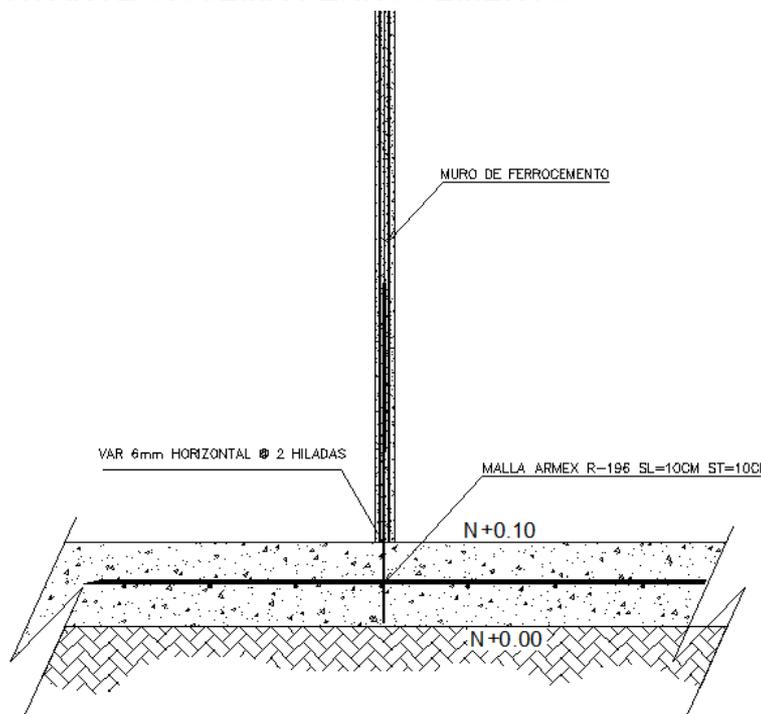
**FIGURA 3.107. GEOMETRÍA DE LA CIMENTACIÓN PARA EL SISTEMA DE FERROCEMENTO**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente: AUTOCAD

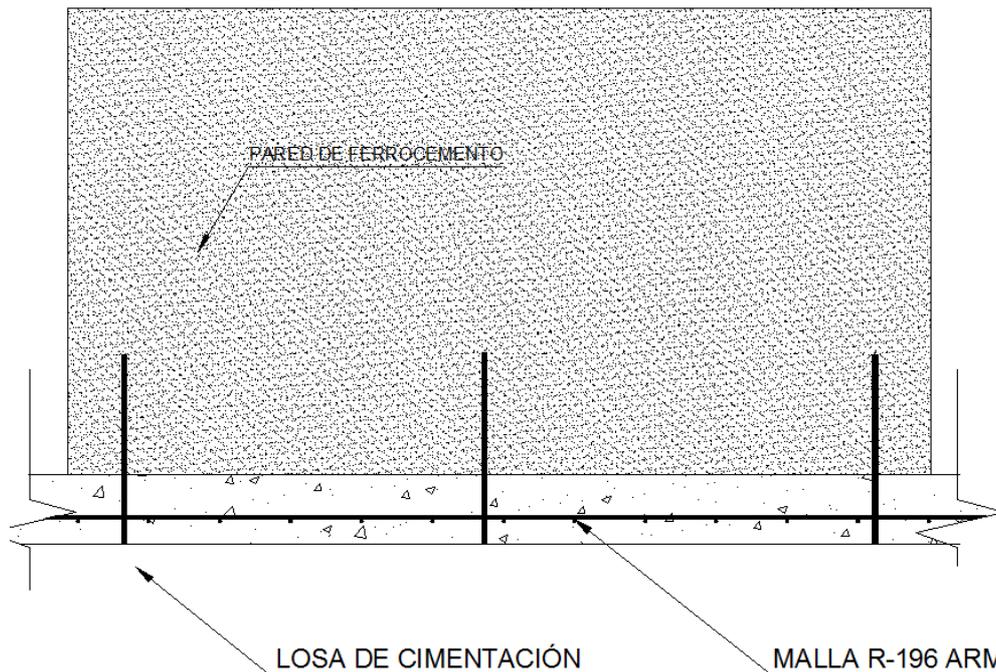
Para más de talleres de dimensiones y acotamientos se observaran en los anexos.

**FIGURA 3.108. DETALLE CONSTRUCTIVO 1 LOSA DE CIMENTACIÓN MURO PORTANTE SISTEMA FERROCEMENTO**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente: AUTOCAD

**FIGURA 3.109.DETALLE CONSTRUCTIVO 2 LOSA DE CIMENTACIÓN MURO PORTANTE SISTEMA FERROCEMENTO**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente: AUTOCAD

- Como se observa en los cortes este sistema es muy básico al desarrollarlo en sitio, por la facilidad que se tiene en armar se puede optimizar mucho en costos.
- El diseño estructural se hizo con ayuda del paquete computacional SAP 2000, ocupando los parámetros y configuraciones que se mostraran en las siguientes imágenes:

### **Materiales**

1. **Elemento tipo Shell Losa de Concreto  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$** 
  - **Peso específico**= 2.4T/m<sup>2</sup>
  - **Módulo de Elasticidad  $E_c=2100000 \text{ t/m}^2$**
  - **Poisson  $U=0.2$**
  - **Coefficiente de expansión térmica  $A=1.170E-05$**
  - **Módulo de Corte  $G= 87500$**

**FIGURA 3.110. CARACTERÍSTICAS DE LA LOSA DE CIMENTACIÓN PARA EL SISTEMA DE FERROCEMENTO**



• **SECCIÓN**

- **Losa prismática**
- **Largo= 8.40m**
- **Ancho=4.80m**
- **Espesor= 10cm**

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng **Fuente: SAP 2000**

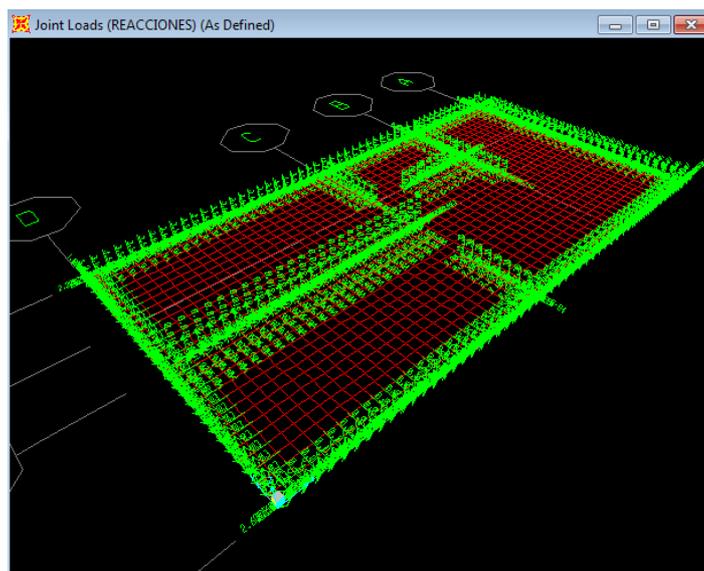
### Tipo de apoyos utilizados

Tipo Spring o Resortes que están en función del Coeficiente de balasto, el cual ayuda a una suposición más real del comportamiento del tipo de suelo que se tiene.

### Procedimientos

Una vez obtenido el diseño de toda la estructura, se prosiguió a desarrollar la cimentación para lo cual se utiliza las reacciones resultantes en cada uno de los elementos Shell que se ha creado, esto se logra atreves de un print de la tablas de todos los elementos necesarios como se observa en la figura 3.110.

**FIGURA 3.111. CARACTERÍSTICAS DE LA LOSA DE CIMENTACIÓN PARA EL SISTEMA DE FERROCEMENTO**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng **Fuente: SAP 2000**

Tabla de reacciones en nudos de cada uno de los elementos correspondiente al análisis estructural del sistema de ferrocemento, importadas del programa SAP 2000 a Microsoft Excel

**CUADRO 3.87. TABLA DE REACCIONES DE MUROS EN CIMENTACIÓN DEL SISTEMA DE FERROCEMENTO**

E: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m	Kgf-m
258	COMB2	Combination	-25.3400	-0.7600	329.7300	0.0038	-0.0037	-0.0008
638	COMB2	Combination	0.0087	-0.0007	219.1000	-0.0056	0.0001	0.0000
640	COMB2	Combination	-0.0028	-0.0009	258.2200	-0.0068	-0.0021	0.0000
642	COMB2	Combination	0.0623	-0.0009	258.8200	-0.0070	-0.0001	0.0000
644	COMB2	Combination	0.1500	-0.0011	259.6600	-0.0071	-0.0009	0.0000
646	COMB2	Combination	0.2800	-0.0003	260.8800	-0.0075	0.0005	0.0000
648	COMB2	Combination	0.3300	-0.0071	229.5300	-0.0057	0.0014	0.0000
2728	COMB2	Combination	24.8400	-0.0011	89.9600	-0.0022	0.0002	0.0006
2744	COMB2	Combination	0.0183	-0.0006	180.1200	-0.0045	-0.0013	0.0000

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng **Fuente: SAP 2000**

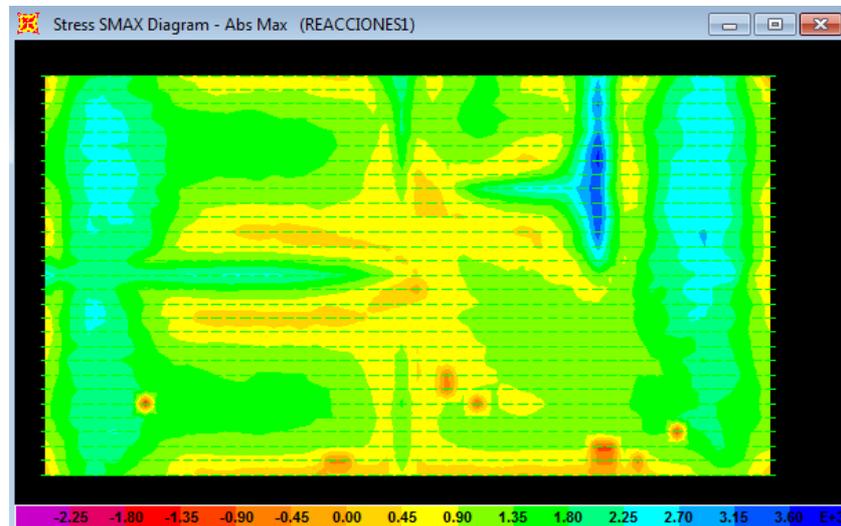
Cabe recalcar que estas reacciones se deben colocar, con las mismas divisiones de áreas con las cuales se calcularon la estructura de ferrocemento.

## Resultados

Para los resultados solo se tomaron en cuenta que desplazamientos no sobrepasen el mínimo en la norma y el área de acero necesario, se debe mencionar que los demás resultados no fueron necesarios exponerlos ya que

la magnitud de carga es relativamente pequeña en comparación con sección de losa, por razones constructivas la cual es que se necesita un contra piso así se asegura que el contra piso ayude de cimentación.

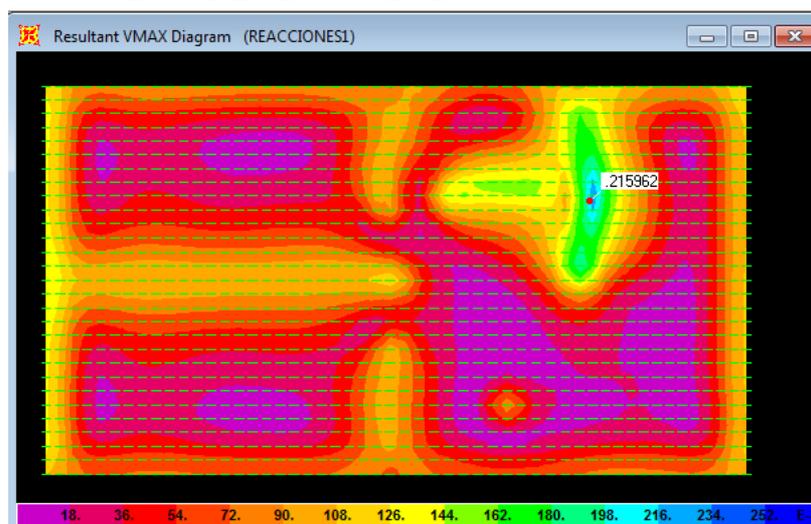
**FIGURA 3.112.RESULTADO DE ESFUERZOS MÁXIMOS PARA SISTEMA DE FERROCEMENTO**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng **Fuente: SAP 2000**

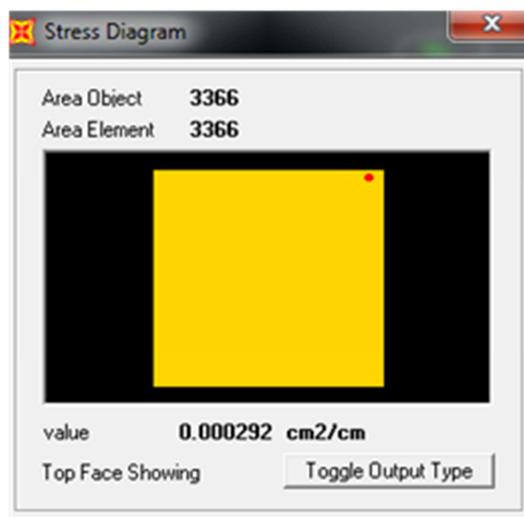
Forma de Comportamiento de los esfuerzos que tienen magnitudes pequeñas pero que sirven para tener una idea de cómo se distribuyen a lo largo de la cimentación.

**FIGURA 3.113.RESULTADO DE CORTES MÁXIMOS EN LA DIRECCIÓN "Y" PARA SISTEMA DE FERROCEMENTO**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng **Fuente: SAP 2000**

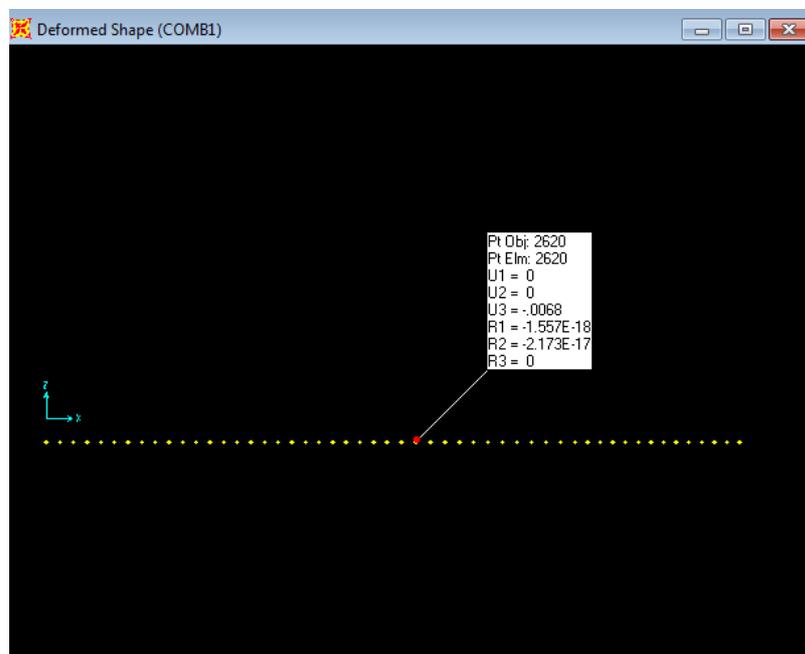
**FIGURA 3.114. RESULTADO DE CORTES MÁXIMOS ÁREA UNITARIA EN LA DIRECCIÓN “Y” PARA SISTEMA DE FERROCEMENTO**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng **Fuente: SAP 2000**

Los desplazamientos como se puede observar en la figura 3.108 es mínima y cumple con el código ACI.

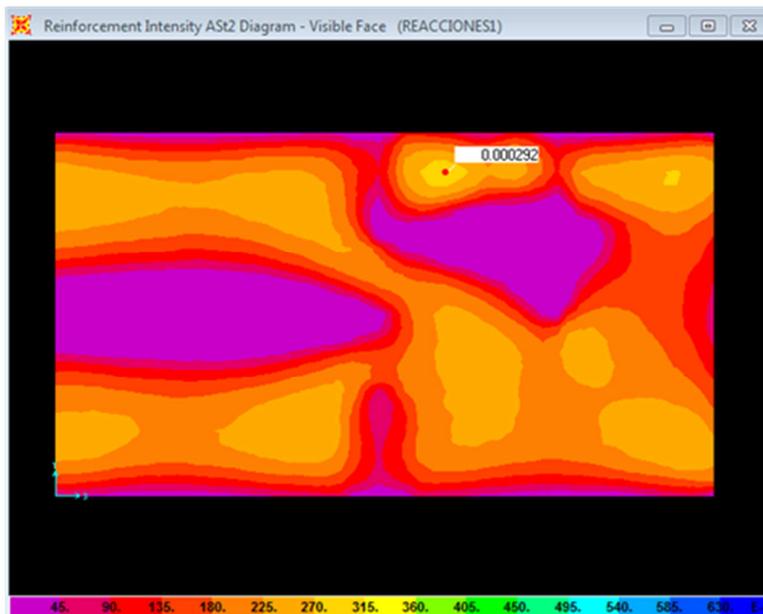
**FIGURA 3.115. RESULTADO DE DEFORMACIONES DE LA LOSA DE CIMENTACIÓN PARA EL SISTEMA DE FERROCEMENTO**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng **Fuente: SAP 2000**

Para el área de acero el programa me da un área mínima por esas razón se escogió utilizar una malla ARMEX R-196 la cual es muy económica y fácil de encontrar.

**FIGURA 3.116.RESULTADO DE CORTES MÁXIMOS EN LA DIRECCIÓN “X” PARA SISTEMA DE FERROCEMENTO**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente: SAP 2000

**FIGURA 3.117.RESULTADO DE CORTES MÁXIMOS ÁREA UNITARIA EN LA DIRECCIÓN “X” PARA SISTEMA DE FERROCEMENTO**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente: SAP 2000

- **Cimentación Tipo 3.-** Se utilizara zapatas aisladas para el sistema aporticado de Hormigón Armado, la cual está constituida de concreto de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  acero de  $f_y=4200\text{kg/cm}^2$ , la cual asumirá la siguiente geometría y configuración.

**CUADRO 3.88. TABLA DE PARÁMETROS UTILIZADOS EN EL DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EL SISTEMA APORTICADO H.S**

Coefficiente de Balasto	2400 T/m3
Esfuerzo Admisible	7.5 kg/cm2
Carga Muerta	0.12 t/m2
Carga Viva	0.102 t/m2

Datos		
$f'c$	210	kg/cm2
$f_y$	4200	kg/cm2
$\sigma_n$	7,5	kg/cm2
$\phi$	0,85	

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

Para el cálculo de las zapatas aisladas o plintos se hace uso de las siguientes fórmulas para comprobar el punzonamiento o corte bidireccional.

$$V_c \leq \begin{cases} 0.265 * \left(2 + \frac{4}{\beta_c}\right) * \sqrt{f'c} * b_o * d & (3.28) \\ 0.265 * \left(\frac{\alpha_s * d}{b_o} + 2\right) * \sqrt{f'c} * b_o * d \\ 1.06 * \sqrt{f'c} * b_o * d \end{cases}$$

$$\beta_c = \frac{c_1}{c_2}; c_1 > c_2 \quad (3.29)$$

$$\alpha_s \leq \begin{cases} 40 \text{ Columnas internas} \\ 30 \text{ Columnas externas} \\ 20 \text{ Columnas esquineras} \end{cases}$$

**CUADRO 3.89. CUADRO DE DIMENSIONES DE LA ZAPATA**

Dimensiones		
<b>L</b>	60,00	cm
<b>B</b>	60,00	cm
<b>h</b>	15,00	cm
<b>d</b>	10,00	cm

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

### CUADRO 3.90. COMPROBACIÓN AL PUNZONAMIENTO O CORTE BIDIRECCIONAL

Punzonamiento		
<b>d</b>	10,00	cm
<b><math>\sigma</math></b>	1,50	kg/cm <sup>2</sup>
<b>bo</b>	120,00	cm
<b><math>\beta_c</math></b>	1,00	
<b><math>\alpha_s</math></b>	40,00	
<b>vc1</b>	27649,55	kg
<b>vc2</b>	24577,37	kg
<b>vc3</b>	18433,03	kg
<b>vc</b>	18433,03	kg
<b>vu</b>	4057,63	kg
<b>vn</b>	4773,68	kg
<b>Vc &gt; Vn OK</b>		

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

La revisión del corte unidireccional se refiere al efecto en el comportamiento de la zapata como elemento viga, y se debe analizar su sección crítica localizada a una distancia  $d$  de la cara de la columna.

### CUADRO 3.91. COMPROBACIÓN AL CORTE UNIDIRECCIONAL

Corte		
<b>Lv</b>	10,00	cm
<b>Vu</b>	901,70	kg
<b>Vn</b>	1060,82	kg
<b>Vc</b>	4608,26	kg
<b>Vc &gt; Vn OK</b>		

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

Se revisa de igual manera a flexión y el refuerzo mínimo necesario.

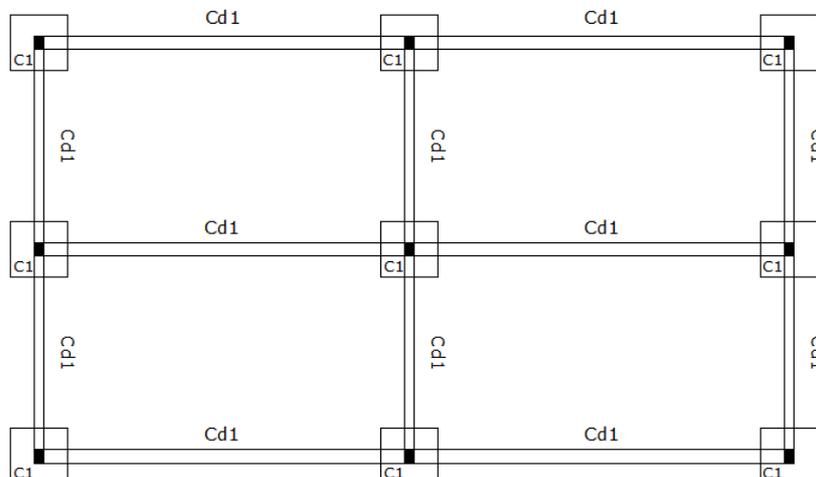
### CUADRO 3.92. COMPROBACIÓN A LA FLEXIÓN

Flexion		
<b>Lf</b>	20,00	
<b>Mu</b>	18033,91	kg*cm
<b>As</b>	0,48	cm <sup>2</sup>
<b>p<sub>min</sub></b>	0,0018	
<b>As<sub>min</sub></b>	1,08	cm <sup>2</sup>

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

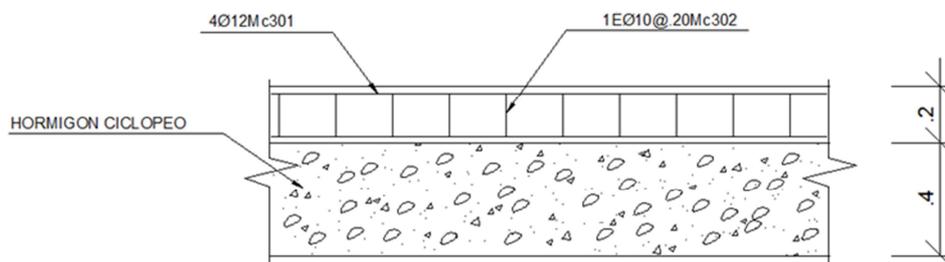
Se utilizará la siguiente disposición detallada en el plano de cimentación que se la puede observar y analizar en los anexos.

**FIGURA 3.118. GEOMETRÍA DE LA CIMENTACIÓN PARA EL SISTEMA APORTICADO H.S**



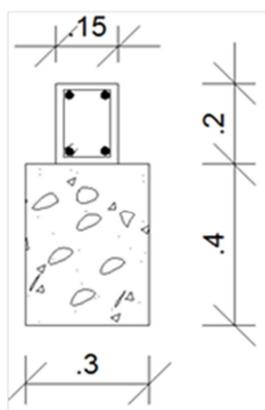
Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente: AUTOCAD

**FIGURA 3.119. DETALLE CONSTRUCTIVO "1" PARA EL SISTEMA APORTICADO H.S**



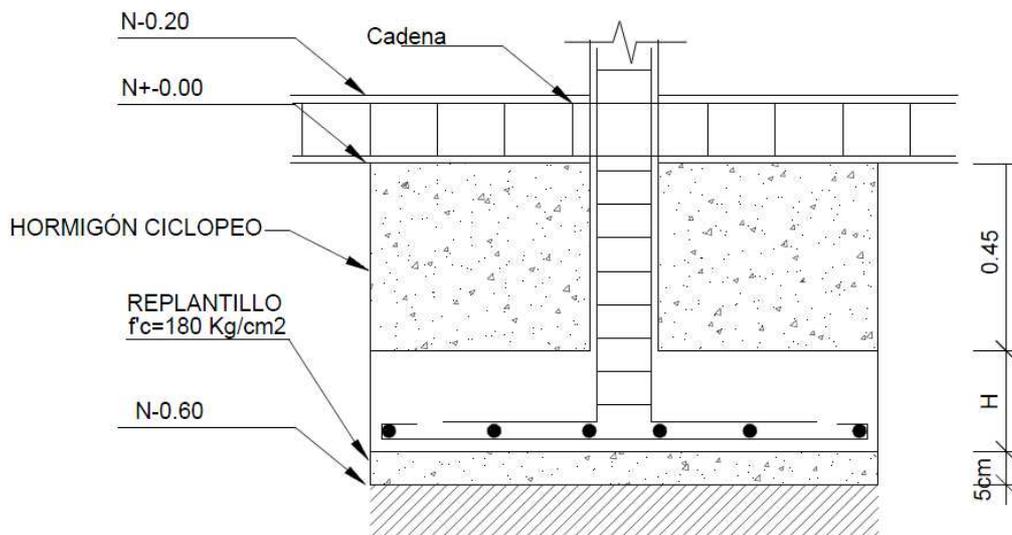
Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente: AUTOCAD

**FIGURA 3.120. DETALLE CONSTRUCTIVO "2" PARA EL SISTEMA APORTICADO H.S**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente: AUTOCAD

**FIGURA 3.121. DETALLE CONSTRUCTIVO "3" PARA EL SISTEMA APORTICADO H.S**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente: AUTOCAD

Para el cálculo y diseño de una zapata aislada se utilizaran parámetros y geometrías que se han presentado anteriormente, así como el elemento de mayor disposición de carga.

### Materiales

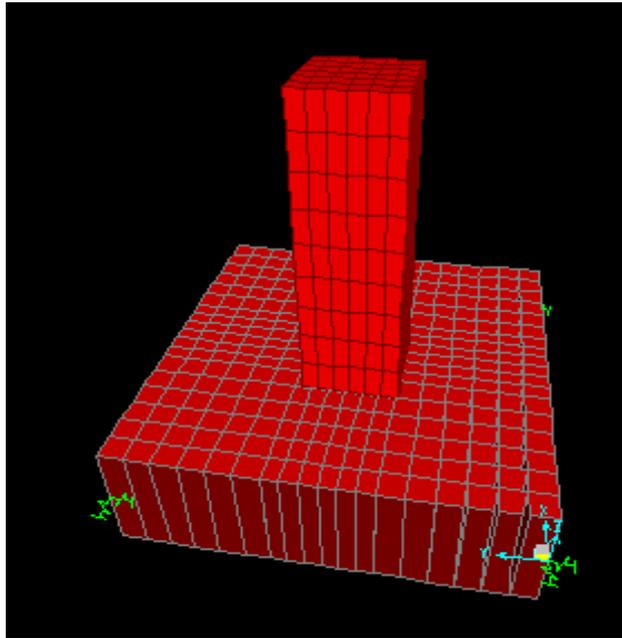
#### 1. Elemento tipo Shell Losa de Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

- **Peso específico** =  $2.4 \text{ T/m}^2$
- **Módulo de Elasticidad**  $E_c = 2100000 \text{ t/m}^2$
- **Poisson**  $U = 0.2$
- **Coefficiente de expansión térmica**  $A = 1.170 \text{ E-}05$
- **Módulo de Corte**  $G = 87500$

### Sección

- **Losa prismática**
- **Zapata** =  $60 \text{ cm} \times 60 \text{ cm}$
- **Vano** =  $60 \text{ cm}$
- **Espesor Zapata** =  $20 \text{ cm}$

**FIGURA 3.122. DIBUJO DEL MODELO COMPUTACIONAL ESTRUCTURAL ZAPATA AISLADA**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng **Fuente: SAP 2000**

### **Tipo de apoyos utilizados**

Tipo Spring o Resortes que están en función del Coeficiente de balasto, el cual ayuda a una suposición más real del comportamiento del tipo de suelo que se tiene.

### **Procedimientos**

Una vez obtenido el diseño de toda la estructura, se prosigue a desarrollar la cimentación para lo cual se utiliza las reacciones resultantes en cada uno de los elementos Shell que se han creado, esto se logra a través de un print de las tablas de todos los elementos necesarios como se observa en la figura.

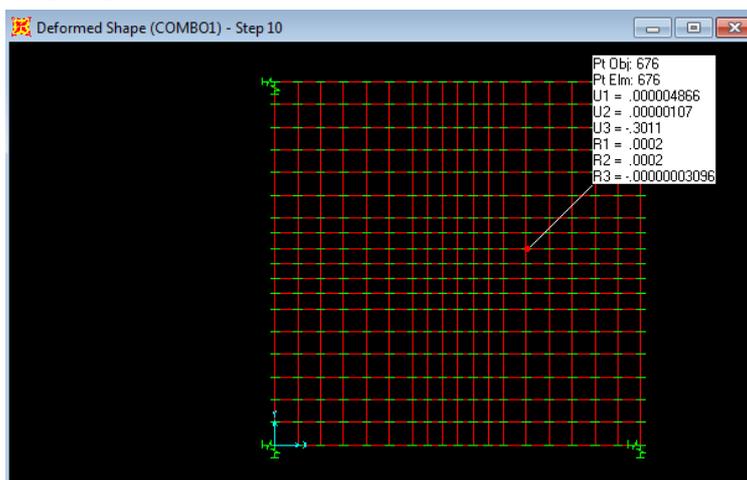
Primero se desarrollara la zapata geoméricamente con la dimensión antes vista, para luego designar los apoyos y por ultimo hacer las combinaciones de cargas pertinentes.

### **Resultados**

Para los resultados solo se tomaron en cuenta que los desplazamientos no sobrepasen el mínimo en la norma y el área de acero necesario, se debe

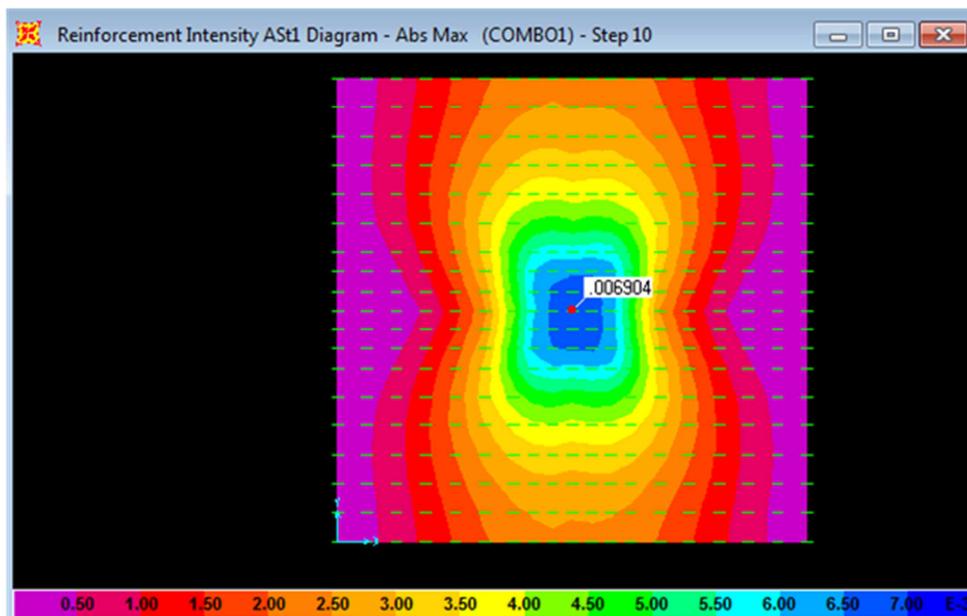
mencionar que los demás resultados no fueron necesarios exponerlos ya que la magnitud de carga es relativamente pequeña en comparación con sección de losa, por razones constructivas la cual es que se necesita un contra piso así se asegura que el contra piso ayude de cimentación.

**FIGURA 3.123. RESULTADO DE DEFORMACIONES PARA LOSA DE CIMENTACIÓN SISTEMA DE ENCHAPADO**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente: SAP 2000

**FIGURA 3.124. RESULTADO DE ESFUERZO QUE TRABAJAN SOBRE LA ZAPATA AISLADA EN LA DIRECCIÓN "X"**



Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng Fuente: SAP 2000

**Combinaciones usadas**

COMBO 1:  $1.4D + 1.7L$

COMBO 2:  $0.75 (1.4D + 1.7L + 1.87S_x)$

COMBO 3:  $0.75 (1.4D + 1.7L - 1.87S_x)$

COMBO 4:  $0.75 (1.4D + 1.7L + 1.87S_y)$

COMBO 5:  $0.75 (1.4D + 1.7L - 1.87S_y)$

COMBO 6:  $0.9D + 1.43S_x$

COMBO 7:  $0.9D - 1.43S_x$

COMBO 8:  $0.9D + 1.43S_y$

COMBO 9:  $0.9D - 1.43S_y$

## CAPITULO 4

### MÉTODOS CONSTRUCTIVOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

#### 4.1 MÉTODO CONSTRUCTIVO PARA LA ALTERNATIVA 1 (SISTEMA ENCHAPADO, MUROS PORTANTES).

##### 4.1.1. HERRAMIENTAS UTILIZADAS

- Sierra de dientes finos y disco de corte
- Niveles, tiralíneas
- Escuadra y Lápiz de carpintero
- Taladros
- Martillos
- Tenazas
- Alambre, Marcador de fibra
- Soldadora
- Cuchillo sierra, cizallas y granadina
- Nivel de Mano
- Regla Metálica
- Tubos Estructurales, Codales
- Guías Metálicas
- Andamios
- Carretillas
- Palas

##### 4.1.2. ETAPAS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO.

###### 4.1.2.1 Trabajos preliminares.

- Limpieza inicial del terreno.
- El movimiento de tierras lo realizará el beneficiario bajo la supervisión del fiscalizador, si el desbanque se encuentra en condiciones críticas, las que puedan afectar a la estabilidad de la construcción se deberá comunicar al fiscalizador para que autorice tomar las medidas adecuadas.

- Planificación y referencias del sitio de trabajo para las actividades propias del proceso como son (Almacenaje del material, circulación de la maquinaria, vehículos y personal).
- Formas de almacenaje de las mallas y aceros de refuerzo; es recomendable almacenar los materiales ya mencionados en un almacén fuera del alcance de la humedad.

#### **4.1.2.2 Fundiciones de losa de cimentación.**

- Verificar la nivelación y referenciación del terreno según los planos del proyecto, se colocará hitos de ejes, los mismos q no serán removidos durante el proceso de la construcción.
- Si la humedad del terreno es superior a la óptima, luego de efectuado el movimiento de tierras, el material seleccionado deberá tenderse al sol hasta q su humedad sea inferior a la óptima.
- Verificar la resistencia de suelo especificada, si la resistencia no es la adecuada se puede hacer una reposición del suelo con material granular compactado hasta alcanzar una capacidad admisible según el diseño (qadm mayor a 0.5kh/cm<sup>3</sup>).
- Establecer un periodo de tiempo para organizar los pedidos para los volúmenes requeridos, resistencia especificada, horario de fundición, recursos de apoyo a la fundición.
- Escavar los canales respetivos para las instalaciones sanitarias y de agua potable.
- Se procederá a dividir el suelo y la losa de cimentación con la utilización de un plástico negro, para establecer una mezcla uniforme y un área de trabajo limpio.

- Cortar y armar el acero de refuerzo para la losa de cimentación, así como los refuerzos para las paredes portantes según los detalles y dimensiones establecidos en los planos estructurales.
- Verificar antes de llegar al proceso de hormigonado, ortogonalidad y fijación del encofrado, colocación y ubicación de las armaduras, instalaciones hidro-sanitarias y canalizaciones eléctricas.
- El concreto utilizado para la cimentación será hormigón simple de 180kg/cm<sup>3</sup>, en los espesores y resistencias que se indican en los planos estructurales.
- La colocación del concreto debe estar predeterminado por el plan base de hormigonado y procedimiento de rutina.
- Limpieza del área de trabajo.

#### **4.1.2.3 Anclaje en losa de cimentación (hilera exterior).**

- Trazar líneas de anclaje de varillas sobre la losa de fundición: se deberá realizar replanteo y señalización de los ejes principales, ejes de anclaje y ejes de acabado de pared, utilizando tiralíneas de diferentes colores.
- Marcar líneas de acabado de paredes, sobre la losa de cimentación, para tener referencia en la cual se va a empezar la construcción de los muros.
- Marcar puntos de perforación sobre las líneas de anclaje en viga de fundición.
- Perforar la viga de cimentación sobre las líneas de anclaje.
- Iniciar la perforación una vez que la losa de cimentación haya fraguado y adquirido una resistencia adecuada para la colocación de los anclajes (se

puede estimar que el concreto deberá tener una resistencia a la compresión del 40%  $f'c$ ), utilizar un ancla lineal de 50cm de desarrollo. Se recomienda varillas de anclaje de diámetro no mayor a 6.00mm

- La perforación se deberá realizar manualmente con taladro eléctrico de percusión, utilizando una broca.
- Procedimiento para la colocación de la varillas de anclaje según la primera alternativa.
- Preparar las varillas de anclaje, el orificio de colocación y el material epóxico de adherencia acero-concreto estén libres de oxidación.
- Cortar varillas de acero de diámetro no mayor de 6.00mm.
- Verificar que las varillas de anclaje estén libres de oxidación.
- Limpiar el orificio dejándolo libre de partes sueltas u otros materiales extraños.
- Preparar el material epóxico (que cumpla la norma ASTM C-881) siguiendo las instrucciones y recomendaciones del fabricante.

#### **4.1.2.4 Montaje y armado de paredes**

- Limpiar el área de trabajo, verificar y corregir la verticalidad de las varillas de anclaje.
- Colocación de mampostería bloque con dimensiones de 10 x 20 x 40, la cual deberá estar unida a los anclajes de cimentación, utilizando para las uniones entre bloques mortero simple de resistencia 1:5.

- Colocar referencias para dejar aberturas de puertas y ventanas.
- Se procederá a colocar ganchos para los refuerzos de malla que se colocará más adelante ver detalles en los anexos del documento.
- Luego ya establecido la mampostería con antecedentes antes ya descritos, se procederá a colocar la malla de refuerzo, que constará de una malla ARMEX P221, la cual se utiliza para reforzamientos de muros portantes con espesores no mayores de 13cm.
- Amarrar mallas mediante procedimiento manual o grapado mecánico a los ganchos de amarre ver detalles en los anexos del documento.

#### **4.1.2.5 Aplomado y apuntalado de paredes.**

- Utilizando reglas, puntales y niveles verticales, se debe aplomar las paredes por la parte posterior a la cara que va a ser sometida a revocado.
- Referenciar los puntos de apuntalamiento a 2/3 de altura de la pared.
- Cuando las paredes son muy esbeltas y delgadas o no poseen arriostramientos transversales, es conveniente hacer dos apuntalamientos, a 1/3 y a 2/3 de la altura.
- Se debe incluir las canalizaciones para las instalaciones necesarias, previo al colocado de mallas de refuerzo.
- Los tubos flexibles se pasan fácilmente por debajo de la malla mientras que los tubos rígidos pueden requerir cortar la malla. Nota: las tuberías de cobre deben aislarse del contacto de la malla de acero, forrándolas con filtro o cualquier otro material aislante, evitando la conducción eléctrica entre los dos metales diferentes.

- Colocación de mallas de refuerzo individuales: Colocar mallas planas, angulares y tipo “U” en los lugares según los requerimiento estructurales.
- Limpieza área de trabajo: recoger y disponer los escombros resultantes.

#### **4.1.2.6 Lanzado de mortero**

- Verificar paredes antes del lanzado del mortero, aplomado de las paredes, escuadras colocación de las mallas de refuerzo, colocación de guías o maestrías en puntos de referencia (construidas con hormigón proyectado, metálicas o de madera), colocación de aislamientos de cajas de electricidad, limpieza de paneles.
- Organización y desarrollo de un plan de lanzado.
- La elección del equipo de trabajo es vital para la optimización de la obra refiriéndonos al equipo de lanzado.
- Es importante tener muy en claro los pasos a seguir para el lanzamiento del mortero como son: horario de ejecución, el volumen del mortero para ser lanzado, características técnicas del producto, recursos humanos, recursos técnicos (equipo y herramienta), lugar de ejecución y secuencia de ejecución.
- Mortero de revoque: En este paso se toma muy en cuenta las características técnicas del mortero, para preparar en base a esto.
- Realizar pruebas empíricas en campo, una vez hecha la mezcla se procederá hacer lanzado un cierto volumen en una malla de prueba hasta un espesor de 3cm, si la muestra no se desprende o chorrea estará lista para ser lanzado en el lugar de trabajo, si no demostrará que hay un exceso de agua, para luego hacer los ajustes correspondientes en la mezcla.

- Al inicio el proceso se dividirá en 2 pasos que será la división de 2 capas, la primera será una capa de hasta 1.5 cm de espesor con esto se cubre la malla de refuerzo.
- Luego se procederá a retirar las guías maestras.
- Humedecer las paredes.
- La segunda capa se deberá proyectar aproximadamente unas 3 horas después de la primera, hasta alcanzar un espesor de 3 centímetros (el tiempo máximo entre capas no deberá exceder las 8 horas).
- Curar continuamente el mortero es muy importante con manguera o bomba de espesor mínimo durante los 4 primeros días luego del lanzado en la zona de Pinguilla-Guayllabamba el ambiente es muy seco así que el curado será continuamente.
- Limpieza del área de trabajo.

#### **4.1.2.7 Recomendaciones para acabados.**

- **Pintura exterior.**
  - Se recomienda aplicar 2 tratamientos de revestimiento:
    - Primero.- Se empezará con una capa de tipo empaste interior elástico a base de resina acrílica foto-reticulante y luego una pintura elástica o elastoméricas fabricadas en base de resinas acrílicas en dispersión acuosa.
    - Segundo.- Se ejecutarán los procedimientos de operación, siguiendo las recomendaciones establecidas por el fabricante.

- **Pintura interior.**
  - Primero.- Se recomienda utilizar pinturas elásticas fabricadas a base de resinas acrílicas en dispersión acuosa.
  - Segundo.- Se debe ejecutar los procedimientos de operación, siguiendo las recomendaciones establecidas por el fabricante.
- **Revestimiento de pared.-** Tanto para el pegado como para sellado de juntas de cerámica, se recomienda utilizar materiales pegantes de cerámica tipo “MATIC” de base asfáltica o silicona, no cementantes.

#### **4.1.2.8 Recomendaciones para instalaciones hidro-sanitarias/ eléctricas.**

- Las Instalaciones tanto hidro-sanitarias como eléctricas, se efectuarán conjuntamente con las demás actividades del sistema constructivo.
- Se realizarán las respectivas pruebas de instalaciones y funcionamiento por fases de ejecución de los servicios.
- Se deberá tomar en cuenta las observaciones que estipule el fabricante, en cuanto a material, pruebas e instalación.

## **4.2 MÉTODO CONSTRUCTIVO PARA LA ALTERNATIVA 2 (SISTEMA DE FERROCEMENTO)**

### **4.2.1. HERRAMIENTAS UTILIZADAS**

- |  |   |
|--|---|
| • Lanza morteros                           | • Cuchillo sierra, cizallas y granadina |
| • Sierra de dientes finos y disco de corte | • Nivel de Mano                         |
| • Niveles, tiralíneas                      | • Regla metálica                        |
| • Escuadra y Lápiz de carpintero           | • Guías Metálicas                       |
| • Taladros                                 | • Andamios                              |

- Martillos
- Tenazas
- Alambre, Marcador de Fibra
- Carretillas
- Palas

#### **4.2.2. EQUIPOS.**

- Mezcladora de mortero.
- Lanza morteros (TURBOSOL MINI AVANTE).

#### **4.2.3. ETAPAS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO.**

##### **4.2.3.1. Trabajos preliminares.**

- Limpieza Inicial del terreno.
- Planificación y referencias del sitio de trabajo para las actividades propias del proceso como son (almacenaje del material, circulación de la maquinaria, vehículos y personal).
- Formas de almacenaje de las mallas y aceros de refuerzo, es recomendable almacenar los materiales ya mencionados en un almacén fuera del alcance de la humedad.

##### **4.2.3.2. Fundiciones de losa de cimentación.**

- Verificar la nivelación y referenciación del terreno según los planos.
- Verificar la resistencia de suelo especificada, si la resistencia no es la adecuada se puede hacer una reposición del suelo con material granular, compactado hasta alcanzar una capacidad admisible según el diseño ( $q_{adm}$  mayor a  $0.5 \text{ kh/cm}^3$ ).
- Replantear todo el proyecto mediante equipos topográficos.
- Establecer un periodo de tiempo para organizar los pedidos para los volúmenes requeridos, resistencia especificada, horario de fundición, recursos de apoyo a la fundición.

- Instalación y colocación de niveletas de madera al inicio y fin de cada eje, verificando que no quede en el área de excavación.
- Escavar los canales respetivos para las instalaciones sanitarias y de agua potable.
- Se procederá a dividir el suelo y la losa de cimentación con la utilización de un plástico negro, para establecer una mezcla uniforme y un área de trabajo limpio.
- Cortar y armar el acero de refuerzo para la losa de cimentación, así como los refuerzos para las paredes portantes según los detalles y dimensiones establecidos en los planos estructurales.
- Verificar antes de llegar al proceso de hormigonado, ortogonalidad y fijación del encofrado, colocación y ubicación de las armaduras, instalaciones hidro-sanitarias y canalizaciones eléctricas.
- La colocación del concreto debe estar predeterminado por el plan base de hormigonado y procedimiento de rutina.
- Limpieza del área de trabajo.

#### **4.2.3.3.Colocación del refuerzo.**

- Se procederá a señalar la guías para el armado de marcos, utilizando ángulos, perfiles c, perfiles tubos rectangulares laminados en frio, estos detalles se indicara minuciosamente en los anexos del documento.
- Los marcos de ayuda se armaran principalmente en las partes de terminación de puertas, ventanas y esquinas de pared.

- Trazar líneas guía para el anclaje de varillas sobre viga de fundición: Se deberá realizar replanteo y señalización de los ejes principales, ejes de anclaje y ejes de acabado de pared, utilizando tiralíneas de diferentes colores.
- Se deberá tomar muy en cuenta que la malla de refuerzo y acero del armazón deben estar firmemente soldados o sujetos cada uno, para que se mantengan en su posición original durante la aplicación del mortero y vibrado.
- La malla de gallinero, se unirá a la malla de refuerzo con separadores de 1 cm, estas mallas estarán ancladas a la viga de cementación mediante perforaciones o soldadas a los refuerzos dejados anteriormente en la viga de cimentación.
- Estas mallas se unirán mediante nudos de alambre cada metro, haciendo que la malla de gallinero y la malla de refuerzo quede un solo elemento estable.

#### **4.2.3.4.Montaje y armado de paredes.**

- Limpiar el área de trabajo, verificar y corregir la verticalidad de las varillas de anclaje.
- Las paredes estarán conformadas por una malla de refuerzo y 2 mallas de gallinero, que estarán delimitadas por los marcos ya mencionados.

#### **4.2.3.5.Aplomado y apuntalado de paredes.**

- Utilizando reglas, puntales y niveles verticales, se debe aplomar las paredes por la parte posterior a la cara que va a ser sometida a revocado.
- Referenciar los puntos de apuntalamiento a 2/3 de altura de la pared.

- Cuando las paredes son muy esbeltas y delgadas o no poseen arrostros transversales, es conveniente hacer dos apuntalamientos, a  $1/3$  y a  $2/3$  de la altura.
- Las canalizaciones para las instalaciones: Se debe incluir las canalizaciones para las instalaciones, previo al colocado de mallas de refuerzo.
- Los tubos flexibles se pasan fácilmente por debajo de la malla mientras que los tubos rígidos pueden requerir cortar la malla. Este último caso se deberá reconstruir la zona con una malla de refuerzo palana en el área. Nota: las tuberías de cobre deben aislarse del contacto de la malla de acero, forrándolas con fieltro o cualquier otro material aislante, evitando la conducción eléctrica entre los dos metales diferentes.
- Limpieza área de trabajo: recoger y disponer los escombros resultantes.

#### **4.2.3.6.Lanzado de mortero y revocado de paneles de pared.**

- Verificar las siguientes recomendaciones en paredes antes del lanzado del mortero: aplomado de las paredes, escuadras colocación de las mallas de refuerzo, colocación de guías o maestrías en puntos de referencia (construidas con hormigón proyectado, metálicas o de madera), colocación de aislamientos de cajas de electricidad, limpieza de paneles.
- Organización y desarrollo de un plan de lanzado.
- La elección del equipo de trabajo es vital para la optimización de la obra refiriéndose al equipo de lanzado, sería preferible la utilización de herramientas de mano para el lanzador de mortero.
- Mortero de revoque: en este paso se toma muy en cuenta las características técnicas del mortero, para preparar en base a esto.
- Se usará cemento Portland, con el objeto de obtener elementos de ferrocemento que tenga resistencia a la compresión, impermeabilidad,

dureza y resistencia lo más elevada posible y que su consistencia se mantenga uniforme, compacta, sin hueco, detrás de la concentración del refuerzo, el mortero elaborado consistirá de cemento ordinario, arena natural de 2.38mm y una relación cemento arena de 1:3.75, con una relación de agua cemento de 1:0.67.

- Los agregados utilizados deben ser fuertes, impermeables, libres de sustancias perjudiciales tales como: el polvo, terrones, pizarras, materiales orgánicos, sales u otras sustancias dañinas, la arena natural será el principal agregado a usarse EL ASTM C-150, establece una limitación de 0.6% en el contenido de álcalis de los cementos para evitar la posibilidad de una reacción negativa.
- Realizar pruebas empíricas en campo, una vez hecha la mezcla se procederá hacer lanzado un cierto volumen en una malla de prueba hasta un espesor de 3cm, si la muestra no se desprende o chorrea estará lista para ser lanzado en el lugar de trabajo, si no demostrará que hay un exceso de agua, para luego hacer los ajustes correspondientes en la mezcla.
- Al inicio el proceso se dividirá en 2 pasos que será la división de 2 capas, la primera será una capa de hasta 2cm de espesor con esto se cubre la malla de refuerzo.
- Luego se procederá a retirar las guías maestras.
- Humedecer las paredes.
- La segunda capa se deberá proyectar aproximadamente una 3 horas depuse de la primera, hasta alcanzar un espesor de 3 centímetros (El tiempo máximo entre capas no deberá exceder las 8 horas).
- El proceso de lanzado se realizará a mano con un bailejo con movimientos fuertes, tratando de rellenar el espacio entre mallas, tratando de hacer un

solo elemento compacto y estable, la aplicación del mortero a mano puede resultar ser el medio más conveniente.

- Nunca debe aplicarse el mortero simultáneamente en los dos lados, pues esto da como resultado que quede aire atrapado entre las capas produciendo laminación en la superficie de la pared.
- Se tomará en cuenta que se usará un encofrado temporal, conformado por hojas de triplex y tiras similares de madera, contra los cuales pueda trabajar los vibradores; en la mayor parte de las paredes un vibrador manual con un pedazo de madera y un mango integrado es suficiente para lograr la penetración total del mortero en la malla.
- Es importante asegurarse que la capa de recubrimiento de la pared no se realice antes de que ocurra el fraguado final de la aplicación del mortero principal.
- Curar continuamente el mortero es muy importante con manguera o bomba de espesor mínimo durante los 14 o 15 primeros días luego del lanzado en la zona de Pinguilla-Guayllabamba el ambiente es muy seco así que el curado será continuamente.
- Limpieza del área de trabajo.

#### **4.2.3.7.Recomendaciones para acabados.**

- **Pintura exterior.**

Se recomienda aplicar 2 tratamientos de revestimiento:

- Primero.- Se empezará con una capa de tipo empaste interior elástico a base de resina acrílica foto-reticulante y luego una pintura elástica o elastoméricas fabricadas en base de resinas acrílicas en dispersión acuosa.

- Segundo.- Se ejecutarán los procedimientos de operación, siguiendo las recomendaciones establecidas por el fabricante.
- **Pintura interior.**
- Primero.- Se recomienda utilizar pinturas elásticas fabricadas a base de resinas acrílicas en dispersión acuosa.
- Segundo.- Se debe ejecutar los procedimientos de operación, siguiendo las recomendaciones establecidas por el fabricante.
- **Revestimiento de pared.**
- Tanto para el pegado como para sellado de juntas de cerámica, se recomienda utilizar materiales pegantes de cerámica tipo “MATIC” de base asfáltica o silicona, no cementantes.

#### **4.2.3.8.Recomendaciones para instalaciones hidro-sanitarias/ eléctricas.**

- Las Instalaciones tanto hidro-sanitarias como eléctricas, se realizaran conjuntamente con las demás actividades del sistema constructivo.
- Se realizarán las respectivas pruebas de instalaciones y funcionamiento por fases de ejecución de los servicios.
- Se deberá tomar en cuenta las observaciones que estipule el fabricante, en cuanto a material, pruebas e instalación.

### **4.3 MÉTODO CONSTRUCTIVO PARA LA ALTERNATIVA 3 (SISTEMA PORTICADO DE HORMIGÓN ARMADO)**

#### **4.3.1 HERRAMIENTAS UTILIZADAS**

- Sierra de dientes finos y disco de corte
- Niveles, tiralíneas
- Escuadra y Lápiz de carpintero
- Taladros
- Martillos
- Tenazas
- Alambre, Marcador de Fibra
- Cuchillo sierra, cizallas y granadina
- Nivel de Mano
- Regla Metálica
- Guías Metálicas
- Andamios
- Carretillas
- Palas

#### **4.3.2 ETAPAS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO.**

##### **4.3.3.1 Trabajos preliminares.**

- La limpieza Inicial del terreno lo hará el beneficiario el mismo que efectuara el desbroce y limpieza del terreno, desalojando cualquier material u objeto que pudiera hallarse enterrado, como obras antiguas, escombros, maderas, trocos de árboles, hiervas, plantas, vegetación, etc., hasta eliminar todo el material orgánico.
- Planificación y referencias del sitio de trabajo para las actividades propias del proceso como son (Almacenaje del material, circulación de la maquinaria, vehículos y personal).
- El de movimiento de tierras lo realizará el beneficiario bajo la supervisión del fiscalizador, si el desbanque se encuentra en condiciones críticas, las que puedan afectar a la estabilidad de la construcción se deberá comunicar al fiscalizador para que autorice tomar las medidas adecuadas.

- La admisión del material en obra debe tener el cuidado de la correcta manipulación y descarga de los materiales, para evitar el daño permanente de los elementos.

#### **4.3.3.2 Fundiciones de las zapatas de cimentación.**

- Verificar la nivelación y referenciación del terreno según los planos planificados.
- Verificar la resistencia de suelo especificada, como bien se sabe que si la resistencia no es la adecuada se puede hacer una reposición del suelo con material granular compactado hasta alcanzar una capacidad admisible según el diseño ( $q_{adm}$  mayor a  $0.5kh/cm^3$ ).
- Cortar y armar el acero de las vigas de cimentación: cortar y doblar según los detalles y dimensiones establecidos en los planos estructurales.
- El replantillo será de hormigón simple de  $180 kg/cm^3$ , en los espesores y resistencia que se indicara en los planos estructurales, se deberá compactar las resistencias de contacto, hasta obtener una densidad del 90% del Proctor estándar.
- Los plintos serán de hormigón ciclópeo con las dimensiones indicadas en los detalles, se empleará hormigón simple de  $f'c=180kg/cm^2$  en un 60% y 40% de piedra desplazada de tamaño regular alrededor de 12cm.
- Escavar las vigas de cimentación o más conocidas como correas, realizar manualmente la excavación siguiendo la forma establecida en el diseño estructural.
- Cimiento de piedra se aplicará en los sitios indicados por el plano estructural y arquitectónico, se utilizará piedra basílica, acuñadas con piedra laja y utilizando como aglomerante un mortero de dosificación 1:4
- La viga de amarre, o viga de cimentación propiamente dicha, debe ser de concreto 1:2:3 (proporción en volumen cemento: arena: grava), con un

espesor mayor al muro que va a recibir y con una altura que no debe ser inferior a 20 cm.

- Su armadura o canasta debe estar integrada por 4 varillas longitudinales de un diámetro mínimo de 3/8 de pulgada y debe contar con estribos de diámetro ¼ de pulgada separados cada 20 cm entre sí.
- Verificar antes de llegar al proceso de hormigonado, ortogonalidad y fijación del encofrado, colocación y ubicación de las armaduras, instalaciones hidro-sanitarias y canalizaciones eléctricas.
- Establecer un periodo de tiempo para organizar los pedidos para los volúmenes requeridos, resistencia especificada, horario de fundición, recursos de apoyo a la fundición.
- La colocación del concreto debe estar predeterminado por el plan base de hormigonado y procedimiento de rutina.
- Limpieza del área de trabajo.

#### **4.3.3.3 Colocación y fundición del encofrado de columnas.**

- Los encofrados son estructuras sujetas a diversos tipos de cargas que pueden tener magnitudes muy considerables, éstos servirán de molde durante el vaciado del concreto, dándole las formas y las dimensiones que se especifican en los planos.
- Lo primero que hay que hacer es verificar la existencia en cantidad y calidad de todos los insumos a utilizar, como tableros, barrotes, puntales, etc.
- La madera y tablas que han de usarse para los encofrados deberán estar en buen estado, limpias de desperdicios y serán rechazadas si presentan arqueos o deformaciones que perjudiquen la forma final del elemento a vaciar.

- Los costados de los encofrados de columnas están formados por tablas de 1" o de 1 1/2" de espesor y de anchos variables, de acuerdo a las dimensiones de las columnas.
- Las superficies de los encofrados que estarán en contacto con el concreto, serán bañadas de brea, con el fin de evitar que la madera se pegue con el concreto endurecido. Esto hará más fácil el desencofrado.
- Se procederá a señalar las guías para el encofrado de columnas.
- El encofrado de columna se procederán armar en sitio según los planos estructurales de las respectivas columnas.
- Para armar el encofrado, se debe primero replantear el trazo de las columnas con sus correspondientes ejes y dimensiones.
- Los tableros que sirven para encofrar la columna estarán unidos por abrazaderas o barrotes a cada 50 cm como máximo. Para ello se utilizarán listones de 2" x 4", 3" x 3" o de 3" x 4", en largos que dependen de las dimensiones de las columnas y del sistema de sujeción de abrazaderas que se adopte.
- Obsérvese que en los tramos inferiores, las separaciones son más reducidas, ya que la presión que el concreto fresco ejerce es mucho mayor a la de los tramos superiores.
- Se deberá instalar una plomada a un sitio fijo, para verificación de la verticalidad durante el proceso de vaciado.
- Para amarrar los tableros, se utiliza templadores de alambre negro N°8. No debe quedar espacios vacíos entre el muro y el encofrado por donde pueda escurrirse el concreto durante el vaciado. Para sellar las juntas entre tablas, se puede utilizar las bolsas de cemento previamente humedecidas.

- Cuando se trate de un encofrado en esquina, hay que verificar que sus caras estén perpendiculares con una escuadra.
- Cuando todo esté listo y apuntalado y nivelado correctamente se procede al lanzamiento de concreto.
- El cemento que se utilizará será cemento portland, cuyas características cumplirán los requisitos de la norma INEN 152.
- El agua a usarse, tanto para el lavado de los agregados como para la preparación de la mezcla y curado debe ser libre de toda sustancia que interferirá con el proceso normal de hidratación del cemento.
- La dosificación será diseñada al peso o al volumen para aprobación del fiscalizador y mantendrá la calidad del hormigón simple requerido en las distintas estructuras, Plintos  $f'c=180\text{kg/cm}^2$ , cadenas inferiores  $f'c=180\text{kg/cm}^2$ , Vigas superiores y columnas  $f'c=210\text{kg/cm}^2$

#### **4.3.3.4 Montaje y armado de paredes.**

- Limpiar el área de trabajo.
- Las paredes estarán conformadas por bloque y se acoplarán tal como se indica en los planos estructurales.
- Hay que tomar en cuenta que la pared se acople bien con las varillas de enganche llamadas chicotes.
- Aproximadamente 24 horas de haber armado la mampostería se procede a enlucir la mampostería con hormigón simple.

#### **4.3.3.5 Recomendaciones para acabados.**

- **Pintura exterior.**
- Se recomienda aplicar 2 tratamientos de revestimiento:
  - Primero.- Se empezará con una capa de tipo empaste interior elástico a base de resina acrílica foto-reticulante y luego una pintura elástica o elastoméricas fabricadas en base de resinas acrílicas en dispersión acuosa.
  - Segundo.- Se ejecutarán los procedimientos de operación, siguiendo las recomendaciones establecidas por el fabricante.
- **Pintura interior.**
- Primero.- Se recomienda utilizar pinturas elásticas fabricadas a base de resinas acrílicas en dispersión acuosa.
- Segundo.- Se debe ejecutar los procedimientos de operación, siguiendo las recomendaciones establecidas por el fabricante.
- **Revestimiento de pared.**
- Tanto para el pegado como para sellado de juntas de cerámica, se recomienda utilizar materiales pegantes de cerámica tipo "MATIC" de base asfáltica o silicona, no cementantes.

#### **4.3.3.6 Recomendaciones para instalaciones hidro-sanitarias/ eléctricas.**

- Las Instalaciones tanto hidro-sanitarias como eléctricas, se realizaran conjuntamente con las demás actividades del sistema constructivo.
- Se realizarán las respectivas pruebas de instalaciones y funcionamiento por fases de ejecución de los servicios.
- Se deberá tomar en cuenta las observaciones que estipule el fabricante, en cuanto a material, pruebas e instalación.

## CAPITULO 5

### **COSTO GENERAL, VOLÚMENES DE OBRA Y PRECIOS UNITARIOS DE LAS 3 ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCIÓN**

El costo presupuestado está basado en la fecha del proyecto, para poder obtener una comparación racional, si se desea obtener precios actualizados a la fecha del documento se deberá hacer reajustes en los precios unitarios, tanto de materiales, mano de obra y equipo.

Para el análisis de costos unitarios y presupuesto general de las 3 alternativas de construcción se basaron en programas computacionales tales como el pro-Axel y el softer, los cuales ayudan a una mejor optimización de tiempo al realizar estos análisis.

- **Rubros.-** Un Rubro representa varias referencias como la asignación de un conjunto de actividades económicas y productivas, que agrupa a un conjunto de cuentas comúnmente llamado en la construcción precios unitarios.
- **Precios unitarios.-** Es un modelo matemático que adelanta el resultado, expresado en moneda, de una situación relacionada con una actividad sometida a estudio. "Presupuesto" contiene uno o varias "Partidas".
- Los volúmenes se desarrollaron a base de los planos de la alternativa de construcción mencionada, como son: plano arquitectónico, estructural, eléctrico, instalaciones sanitarias, agua potable y de los diferentes detalles.

## 5.1 VOLUMEN DE OBRA PARA LA ALTERNATIVA DEL SISTEMA ENCHAPADO

**CUADRO 5.1. TABLA DE VOLÚMENES DE OBRA PARA LA ALTERNATIVA DEL SISTEMA DE ENCHAPADO**

Descripción	Unidad	Número de elementos	Largo	Ancho	altura	Área	Volumen	Total	Observaciones
REPLANTEO Y NIVELACION	M2		8.00	4.50		36.00		36.00	
EXCAVACION DE CIMENTO	M3		4.37	0.13	0.60		0.34		PARED P1
			1.26	0.13	0.60		0.10		PARED P2
			1.26	0.13	0.60		0.10		PARED P3
			2.12	0.13	0.60		0.17		PARED P4
			4.50	0.13	0.60		0.35		PARED P5
			8.00	0.13	0.60		0.62		PARED P6
			3.87	0.13	0.60		0.30		PARED P7
			1.30	0.13	0.60		0.10		PARED P8
			8.00	0.13	0.60		0.62		PARED P9
								2.71	
CIMENTO DE PIEDRA	M3		4.37	0.13	0.40		0.23		PARED P1
			1.26	0.13	0.40		0.07		PARED P2
			1.26	0.13	0.40		0.07		PARED P3
			2.12	0.13	0.40		0.11		PARED P4
			4.50	0.13	0.40		0.23		PARED P5
			8.00	0.13	0.40		0.42		PARED P6
			3.87	0.13	0.40		0.20		PARED P7
			1.30	0.13	0.40		0.07		PARED P8
			8.00	0.13	0.40		0.42		PARED P9
								1.80	
HORMIGON EN CADENA INFERIOR F'c 180	M3		4.37	0.13	0.20		0.11		PARED P1
			1.26	0.13	0.20		0.03		PARED P2
			1.26	0.13	0.20		0.03		PARED P3
			2.12	0.13	0.20		0.06		PARED P4
			4.50	0.13	0.20		0.12		PARED P5
			8.00	0.13	0.20		0.21		PARED P6
			3.87	0.13	0.20		0.10		PARED P7
			1.30	0.13	0.20		0.03		PARED P8
			8.00	0.13	0.20		0.21		PARED P9
								0.90	
MAMPOSTERIA DE BLOQUE 10	M2					11.39			PARED P1
						3.09			PARED P2
						3.09			PARED P3
						5.58			PARED P4
						10.60			PARED P5
						14.52			PARED P6
						11.22			PARED P7
						3.39			PARED P8
						17.10			PARED P9
								79.98	
MALLA ELECTROSOLDADA DE REFUERZO F1 3.5mm y E=15cm	M2					11.39			PARED P1
						3.09			PARED P2
						3.09			PARED P3
						5.58			PARED P4
						10.60			PARED P5
						14.52			PARED P6
						11.22			PARED P7
						3.39			PARED P8
						17.10			PARED P9
								79.98	
ENCHAPADO MORTERO 100KG/CM2	M3				0.03	11.39	0.34		PARED P1
					0.03	3.09	0.09		PARED P2
					0.03	3.09	0.09		PARED P3
					0.03	5.58	0.17		PARED P4
					0.03	10.60	0.32		PARED P5
					0.03	14.52	0.44		PARED P6
					0.03	11.22	0.34		PARED P7
					0.03	3.39	0.10		PARED P8
					0.03	17.10	0.51		PARED P9
								2.40	
GANCHOS	U	83						913.00	

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

## CUADRO 5.1 CONTINUACIÓN

Descripción	Unidad	Número de elementos	Largo	Ancho	altura	Área	Volumen	Total	Observaciones
MALLA DE REFUERZO EN PAREDES, VENTANAS Y ESQUINAS	U	4.00 10.00 2.00  4.00 1.00 2.00	0.33 0.33 0.33  0.30 0.30 0.30		2.30 2.30 2.97  2.63 2.63 0.40	1.82 5.00 2.18 3.04 7.59 1.96 3.66 3.16 0.79 0.24		29.43	PARED P5 UNA VENTANA PARED P6 2 VENTANAS UNA PUERTA PARED P9 1 VENTANAS GRANDE 1 VENTANA DE BAÑO REFUERZO ESQUINAS P1-P9, P1-P6,P5-P9,P6-P5 REFUERZO ESQUINAS P1-P7*2, P9-P2*2,P3-P6*2,P9-P4*2 REFUERZO ESQUINAS P8-P4*2 REFUERZO MALLA EN L VEN TANAS Y PUERTAS PRINCIPALES REFUERZO MALLA L PUERTAS HABITACIONES REFUERZO MALLA LPUERTA BAÑO REFUERZO MALLA L VENTANA BAÑO
15	2								
POZO DE REVISION INS ELECTRICAS	U					1.00		1.00	EXTERIOR
CERAMICA DE BAÑO PISO	M2		2.00	1.15		2.30		2.30	
FUNDIDO MESON DE COCINA	M		2.70					2.70	
BORDILLO TINA DE BAÑO	M		1.11					1.11	
ENLUCIDO VERTICAL EXTERIOR	M2					11.39 10.60 14.52 17.10		53.61	PARED P1 PARED P5 PARED P6 PARED P9
MASILLADO Y ALISADO DE PISO	M2					31.51		31.51	
ENLUCIDO FILO VENTA Y PUERTA	M	3.00 1.00 1.00 1.00	1.00 0.50 0.40 2.30					3.00 0.50 0.40 2.30 6.20	
CONTRAPISO H.S	M2					29.79		29.79	AREA TOTAL DE PISO
CERAMICA DE PISO	M2		6.23		1.00	1.56 0.66 6.23 8.45	2.22	8.45	PISO DE BAÑO PISO DE BAÑERA-BAÑO CERAMICA DE ANTEPACHO
CERRADURA LLAVE	U	1.00						1.00 1.00	PUERTA PRINCIPAL
CERRADURA LLAVE SEGURO	U	2.00						2.00 2.00	PUERTA DORMITORIO
CERRADURA BAÑO	U	1.00						1.00 1.00	PUERTA BAÑO
PUERTA DE HIERRO	U	1.00						1.00 1.00	PUERTA PRINCIPAL
VENTANA DE HIERRO CON PROTECCION 1X1	M2	4.00	1.00	1.00		4.00		4.00	ZVEN FRON; 1 POST; 1VENT LATERAL
VEN. BAÑO DE HIERRO CON PROTECCION 0.5X0.4	M2	1.00	0.50	0.40		0.20		0.20	VENTANA PEQUEÑA BAÑO
PUERTA PANELADA	M2	2.00 1.00		0.80 0.70	2.10 2.10	3.36 1.47		4.83	PUERTA DORMITORIOS PUERTA BAÑO
VIDRIO CLARO	M2	4.00	1.00	1.00		1.00		4.00 4.00	VENTANA FRONTAL, POSTERIOR, LATERAL
VIDRIO CATEDRAL	M2	1	0.4	0.5		0.2		0.2 0.2	VENTANA BAÑO
CUBIERTA FIBROCEMENTO	M2	18 18	1.83 1.08	1.05 1.05		1.9215 1.134		34.587 20.412 54.999	FIBROCEMENTO 1.003-GO GRANDE FIBROCEMENTO 1.001-GO PEQUEÑO
AGUA FRIA PVC U/R 1/2"	PTO	3						3	
DUCHA SENCILLA	U	3						3	
INODOROS FV	U								
LAVAMANOS	U								
FREGADERO ACERO INOXIDABLE	U							1	
TUBERIA 110MM	ML								
CANALIZACIÓN PVC 110MM	PTO	1						1	
CANALIZACIÓN PVC 50MM	PTO	1						1	
CANALIZACIÓN PVC 75MM	PTO	1						1	
CAJA DE REVISIÓN 60X60X50	U	1						1	
REJILLAS INTERIORES	U	2						2	
BREAKER	U	1						1	
ACOMETIDA ENERGIA ELECTRICA	PTO	1						1	
ILUMINACIÓN	PTO	1						3	
TOMA CORRIENTE DOBLE	U	5						5	
ACOMETIDA DUCHA	PTO	1						1	
PINTURA CUACHO INTERIOR Y EXTERIOR	M2	2 2 2  2 2				11.39 3.51 3.51 6.18 10.6 14.52 12.38 3.81 17.1		11.39 7.02 7.02 12.36 10.6 14.52 24.76 7.62 17.1 112.39	PARED 1 PARED 2 AMBOS LADOS PARED 3 AMBOS LADOS PARED 4 AMBOS LADOS PARED 5 PARED 6 PARED 7 AMBOS LADOS PARED 8 AMBOS LADOS PARED 9

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

### CUADRO 5.1 CONTINUACIÓN

Descripción	Unidad	Númer de elementos	Largo	Ancho	altura	Área	Volumen	Total	Observaciones
VIDRIO CLARO	M2	4	1	1		1		4 4	VENTANA FRONTAL, POSTERIOR, LATERAL
VIDRIO CATEDRAL	M2	1	0.4	0.5		0.2		0.2 0.2	VENTANA BAÑO
CUBIERTA FIBROCEMENTO	M2	18 18	1.83 1.08	1.05 1.05		1.9215 1.134		34.587 20.412 54.999	FIBROCEMENTO 1.003-GO GRANDE FIBROCEMENTO 1.001-GO PEQUEÑO
AGUA FRIA PVC U/R 1/2"	PTO	3						3	
DUCHA SENCILLA	U	3						3	
INODOROS FV	U								
LAVAMANOS	U								
FREGADERO ACERO INOXIDABLE	U							1	
TUBERIA 110MM	ML								
CANALIZACIÓN PVC 110MM	PTO	1						1	
CANALIZACIÓN PVC 50MM	PTO	1						1	
CANALIZACIÓN PVC 75MM	PTO	1						1	
CAJA DE REVISIÓN 60X60X50	U	1						1	
REJILLAS INTERIORES	U	2						2	
BREAKER	U	1						1	
ACOMETIDA ENERGIA ELECTRICA	PTO	1						1	
ILUMINACIÓN	PTO	1						3	
TOMA CORRIENTE DOBLE	U	5						5	
ACOMETIDA DUCHA	PTO	1						1	
PINTURA CUACHO INTERIOR Y EXTERIOR	M2	2 2 2 2 2 2				11.39 3.51 3.51 6.18 10.6 14.52 12.38 3.81 17.1		11.39 7.02 7.02 12.36 10.6 14.52 24.76 7.62 17.1 112.39	PARED 1 PARED 2 AMBOS LADOS PARED 3 AMBOS LADOS PARED 4 AMBOS LADOS PARED 5 PARED 6 PARED 7 AMBOS LADOS PARED 8 AMBOS LADOS PARED 9

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

## 5.2 COSTOS GENERAL DE LA PRIMERA ALTERNATIVA SISTEMA DE MURO PORTANTE MURO DE ENCHAPADO

### CUADRO 5.2. TABLA DE COSTO GENERAL DEL SISTEMA DE ENCHAPADO

OBRA EJECUTADA										
COD.	RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	P.UNIT.	EQUIPO	MATERL	EQUIPO		CANTID.	P.TOTAL
		<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.UNIT.</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>M. OBRA</b>	<b>MATERL</b>			<b>P.TOTAL</b>
0	4	REPLANTEO	M2	0.93	0.18	0.57	0.05	0.00	36.00	33.48
0	11	DESALOJO DE MATERIAL	M3	2.93	1.27	1.28	0.00	0.00	8.00	23.44
		SUBT.								56.92
		<b>CIMENTACIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.UNIT.</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>M. OBRA</b>	<b>MATERL</b>		<b>CANTID.</b>	<b>P.TOTAL</b>
0	30	LOSA DE CIMENTACIÓN c=0.15m	M3	120.61	4.77	28.36	71.75	0.00	5.40	651.29
		SUBT.								651.29
		<b>ESTRUCTURA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.UNIT.</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>M. OBRA</b>	<b>MATERL</b>	<b>TRANSP.</b>	<b>CANTID.</b>	<b>P.TOTAL</b>
0	49	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE c=10 cm	M2	8.90	0.00	2.85	4.89	0.00	83.00	738.70
0	199	INSTALACION DE GANCHOS F14mm	U	0.12	0.01	0.02	0.07	0.00	913.00	109.56
0	39	MALLA ELECTROSOLDADA ARMEXP -221	M2	2.63	0.00	0.33	1.96	0.00	112.42	295.66
0	213	LANZADO DE MORTERO	M3	141.28	4.89	39.83	78.14	0.00	2.34	330.60
		SUBT.								1,474.52
		<b>MAMPOSTERÍA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.UNIT.</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>M. OBRA</b>	<b>MATERL</b>	<b>TRANSP.</b>	<b>CANTID.</b>	<b>P.TOTAL</b>
0	41	MESA DE COCINA HORMIGON ARMADO	M	26.60	0.06	9.20	13.88	0.00	2.70	71.82
0	29	BORDILLO TNA DE BAÑO	M	26.73	0.05	8.77	14.42	0.00	0.25	6.68
		SUBT.								78.50
		<b>CUBIERTA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.UNIT.</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>M. OBRA</b>	<b>MATERL</b>	<b>TRANSP.</b>	<b>CANTID.</b>	<b>P.TOTAL</b>
0	203	CUBIERTA FIBROCEMENTO TRAS DE EUCALPTO	M2	10.23	0.02	2.76	6.12	0.00	36.00	368.28
		SUBT.								368.28
		<b>ENLUCIDOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.UNIT.</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>M. OBRA</b>	<b>MATERL</b>	<b>TRANSP.</b>	<b>CANTID.</b>	<b>P.TOTAL</b>
0	55	ENLUCIDO DE FAJAS	M	3.19	0.03	2.44	0.31	0.00	6.20	19.78
0	57	ENLUCIDO LISO EXTERIOR	M2	6.60	0.08	3.98	1.68	0.00	53.61	353.83
0	61	CERAMICA PARED 20 X 20	M2	13.04	0.02	3.17	8.15	0.00	6.23	81.24
0	80	CERAMICA PARA PISOS	M2	16.71	0.02	3.17	11.34	0.00	2.30	38.43
		SUBT.								493.28
		<b>PISOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.UNIT.</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>M. OBRA</b>	<b>MATERL</b>	<b>TRANSP.</b>	<b>CANTID.</b>	<b>P.TOTAL</b>
0	59	MASILLADO Y ALSADO DE PISOS	M2	4.64	0.02	2.98	1.03	0.00	31.51	146.21
0	75	ACERA DE H.S. 80 kg/cm2	M2	11.49	0.19	4.49	5.31	0.00	5.32	61.13
		SUBT.								146.21
		<b>CARPINTERIA METAL/MADERA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.UNIT.</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>M. OBRA</b>	<b>MATERL</b>	<b>TRANSP.</b>	<b>CANTID.</b>	<b>P.TOTAL</b>
0	84	VIDRIO CLARO DE 3mm	M2	8.59	0.01	0.99	6.48	0.00	4.00	34.36
0	86	VIDRIO CATEDRAL	M2	16.61	0.01	1.97	12.46	0.00	0.20	3.32
0	90	CERRADURA LLAVE-LLAVE	U	31.07	0.02	3.69	23.30	0.00	1.00	31.07
0	91	CERRADURA LLAVE-SEGURO	U	16.88	0.02	3.69	10.96	0.00	2.00	33.76
0	92	CERRADURA DE BAÑO	U	15.39	0.02	3.69	9.67	0.00	1.00	15.39
0	197	PUERTA DE HIERRO Y TOL CON VIDRIO	U	86.31	0.05	0.00	75.00	0.00	1.00	86.31
0	214	PUERTA PANELADA DE 0.80X2.0M	U	52.22	0.01	0.77	44.64	0.00	3.00	156.66
0	104	VENTANA DE ALUMINIO FBA	M2	50.49	0.07	11.84	32.00	0.00	0.20	10.10
0	102	VENTANA DE HIERRO CON REJILLA	M2	45.30	0.01	2.05	37.33	0.00	4.00	181.20
		SUBT.								552.17
		<b>RECUBRIMIENTOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.UNIT.</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>M. OBRA</b>	<b>MATERL</b>	<b>TRANSP.</b>	<b>CANTID.</b>	<b>P.TOTAL</b>
0	109	PINTURA DE CAUCHO INT. 2 manos	M2	2.95	0.02	1.35	1.19	0.00	112.39	331.55
		SUBT.								331.55
		<b>CUBIERTA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.UNIT.</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>M. OBRA</b>	<b>MATERL</b>	<b>TRANSP.</b>	<b>CANTID.</b>	<b>P.TOTAL</b>
0	203	CUBIERTA FIBROCEMENTO TRAS DE EUCALPTO	M2	10.23	0.02	2.76	6.12	0.00	34.58	353.75
		SUBT.								353.75
		<b>AGUA POTABLE</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.UNIT.</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>M. OBRA</b>	<b>MATERL</b>	<b>TRANSP.</b>	<b>CANTID.</b>	<b>P.TOTAL</b>
0	117	SALIDA AGUA FRIA HG	PTO	11.49	0.04	6.15	3.80	0.00	3.00	34.47
0	121	TUBERIA AGUA FRIA PVC 1/2 plg	PTO	3.92	0.01	2.13	1.26	0.00	3.00	11.76
0	129	VALVULA CHECK 1/2	U	18.53	0.01	1.64	14.46	0.00	1.00	18.53
0	130	LLAVE DE PASEO 3/4 plg	U	10.24	0.01	1.23	7.66	0.00	1.00	10.24
0	131	LLAVE DE CONTROL DE 1/2	U	6.35	0.01	1.23	4.28	0.00	1.00	6.35
		SUBT.								75.00
		<b>APARATOS SANITARIOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.UNIT.</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>M. OBRA</b>	<b>MATERL</b>	<b>TRANSP.</b>	<b>CANTID.</b>	<b>P.TOTAL</b>
0	133	LAVAMANOS COMPLETO	U	41.87	0.04	6.39	29.98	0.00	1.00	41.87
0	134	INODORO TANQUE BAJO	U	72.55	6.39	6.39	56.66	0.00	1.00	72.55
0	136	ACCESORIOS DE BAÑO	JGO	121.59	3.95	3.95	101.76	0.00	1.00	121.59
0	205	FREGADERO UN POZO ACERO INOXIDABLE CON GRIFERIA	U	54.41	4.43	4.43	42.72	0.00	1.00	54.41
0	138	INSTALACION INC DUCHA	U	25.54	4.26	4.26	17.92	0.00	1.00	25.54
		SUBT.								315.96
		<b>AGUAS SERVIDAS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.UNIT.</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>M. OBRA</b>	<b>MATERL</b>	<b>TRANSP.</b>	<b>CANTID.</b>	<b>P.TOTAL</b>
0	140	CANALIZACION PVC 50 mm	PTO	15.62	0.04	6.47	7.07	0.00	2.00	31.24
0	149	CANALIZACION PVC 100 mm	M	6.20	0.00	0.82	4.57	0.00	13.30	82.46
0	141	BAJANTES AGUAS SERVIDAS PVC 100 mm	M	7.94	0.00	0.43	6.48	0.00	2.30	18.26
0	142	BAJANTES AGUAS LLUVIAS 100 mm	M	10.67	0.00	0.82	8.45	0.00	1.00	10.67
0	53	CAJA DE REVISION	U	35.80	0.15	16.36	14.62	0.00	1.00	35.80
0	153	REJILLA INTERIOR DE PISO 50 mm	U	4.12	0.01	1.22	2.36	0.00	2.00	8.24
0	155	REJILLA EXTERIOR DE PISO 100 mm	U	7.70	0.01	2.03	4.65	0.00	1.00	7.70
		SUBT.								194.37
		<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.UNIT.</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>M. OBRA</b>	<b>MATERL</b>	<b>TRANSP.</b>	<b>CANTID.</b>	<b>P.TOTAL</b>
0	158	TABLERO CONTROL 4-8 PUNTOS	U	38.99	0.04	6.92	26.94	0.00	1.00	38.99
0	159	ACOMETIDA PRINCIPAL	U	9.80	0.03	5.33	3.17	0.00	1.00	9.80
0	209	BREAKERS-CORTA CIRCUITOS IP 15-40AMP	U	7.42	0.06	1.17	5.22	0.00	1.00	7.42
0	52	POZO DE REVISION INS. ELECTRICAS	U	78.38	0.26	34.65	33.25	0.00	3.00	235.14
0	164	ILUMINACION	PTO	15.71	0.03	4.26	9.38	0.00	3.00	47.13
0	168	TOMACORRIENTES	U	14.42	0.03	5.17	7.34	0.00	5.00	72.10
		SUBT.								410.58
		<b>GENERALES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.UNIT.</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>M. OBRA</b>	<b>MATERL</b>	<b>TRANSP.</b>	<b>CANTID.</b>	<b>P.TOTAL</b>
		SUBT.								
		<b>OBRAS EXTERIORES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.UNIT.</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>M. OBRA</b>	<b>MATERL</b>	<b>TRANSP.</b>	<b>CANTID.</b>	<b>P.TOTAL</b>
0	174	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	m2	1.12	0.01	0.97	0.00	0.00	36.00	40.32
		SUBT.								40.32
		SUBTOTAL								5,542.70
										5,542.70

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

## 5.3 VOLUMEN DE OBRA PARA LA ALTERNATIVA DEL SISTEMA FERROCEMENTO

CUADRO 5.3. TABLA DE VOLÚMENES DE OBRA PARA LA ALTERNATIVA DEL SISTEMA DE FERROCEMENTO

Descripción	Unidad	Númer de E.	Largo	Ancho	altura	Área	Volumen	Total	Observaciones
REPLANTEO Y NIVELACION	M2		8.00	4.50		36.00		36.00	
EXCAVACION DE CIMENTO	M3		4.37	0.13	0.60		0.34		PARED P1
			1.26	0.13	0.60		0.10		PARED P2
			1.26	0.13	0.60		0.10		PARED P3
			2.12	0.13	0.60		0.17		PARED P4
			4.50	0.13	0.60		0.35		PARED P5
			8.00	0.13	0.60		0.62		PARED P6
			3.87	0.13	0.60		0.30		PARED P7
			1.30	0.13	0.60		0.10		PARED P8
			8.00	0.13	0.60		0.62		PARED P9
								2.71	
CIMENTO DE PIEDRA	M3		4.37	0.13	0.40		0.23		PARED P1
			1.26	0.13	0.40		0.07		PARED P2
			1.26	0.13	0.40		0.07		PARED P3
			2.12	0.13	0.40		0.11		PARED P4
			4.50	0.13	0.40		0.23		PARED P5
			8.00	0.13	0.40		0.42		PARED P6
			3.87	0.13	0.40		0.20		PARED P7
			1.30	0.13	0.40		0.07		PARED P8
			8.00	0.13	0.40		0.42		PARED P9
								1.80	
HORMIGON EN CADENA INFERIOR F'c 210	M3		4.37	0.13	0.20		0.11		PARED P1
			1.26	0.13	0.20		0.03		PARED P2
			1.26	0.13	0.20		0.03		PARED P3
			2.12	0.13	0.20		0.06		PARED P4
			4.50	0.13	0.20		0.12		PARED P5
			8.00	0.13	0.20		0.21		PARED P6
			3.87	0.13	0.20		0.10		PARED P7
			1.30	0.13	0.20		0.03		PARED P8
			8.00	0.13	0.20		0.21		PARED P9
								0.90	
MAMPOSTERIA DE BLOQUE 10	M2					11.39			PARED P1
						3.51			PARED P2
						3.51			PARED P3
						6.18			PARED P4
						10.60			PARED P5
						14.52			PARED P6
						12.38			PARED P7
						3.81			PARED P8
						17.10			PARED P9
								83.00	
MALLA ELECTROSOLDADA	M2					11.39			PARED P1
						3.51			PARED P2
						3.51			PARED P3
						6.18			PARED P4
						10.60			PARED P5
						14.52			PARED P6
						12.38			PARED P7
						3.81			PARED P8
						17.10			PARED P9
								83.00	
ENCHAPADO						11.39			PARED P1
						3.51			PARED P2
						3.51			PARED P3
						6.18			PARED P4
						10.60			PARED P5
						14.52			PARED P6
						12.38			PARED P7
						3.81			PARED P8
						17.10			PARED P9
								83.00	
GANCHOS	U	83							TOTAL
								913.00	
MALLA DE REFUERZO EN PAREDES, VENTANAS Y ESQUINAS	U					1.82			PARED P5 UNA VENTANA
						5.00			PARED P6 2 VENTANAS UNA PUERTA
						2.18			PARED P9 1 VENTANAS GRANDE 1 VENTANA DE BAÑO
		4	0.33		2.30	3.04			REFUERZO ESQUINAS P1-P9, P1-P6, P5-P9, P6-P5
		10	0.33		2.30	7.59			REFUERZO ESQUINAS P1-P7*2, P9-P2*2, P3-P6*2, P9-P4*2
		2	0.33		2.97	1.96			REFUERZO ESQUINAS P8-P4*2
						3.66			REFUERZO MALLA EN L VENTANAS Y PUERTAS PRINCIPALES
		4	0.30		2.63	3.16			REFUERZO MALLA L PUERTAS HABITACIONES
		1	0.30		2.63	0.79			REFUERZO MALLA L PUERTA BAÑO
		2	0.30		0.40	0.24			REFUERZO MALLA L VENTANA BAÑO
15	1.96171333							29.43	

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

### CUADRO 5.3 CONTINUACIÓN

Descripción	Unidad	Númer de E.	Largo	Ancho	altura	Área	Volumen	Total	Observaciones
POZO DE REVISION INS ELECTRICAS	U					1		1	EXTERIOR
CAJA DE REVISION	U					1		1	EXTERIOR
CERAMICA DE BAÑO	M2		2	1.15		2.3			
FUNDIDO MESON DE COCINA	M		1.4						
BORDILLO TINA DE BAÑO	M		1.25						
ENLUCIDO VERTICAL EXTERIOR	M2					11.39			PARED P1
						10.6			PARED P5
						14.52			PARED P6
						17.1			PARED P9
								53.61	
ENLUCIDO VERTICAL INTERIOR	M2					11.39		11.39	PARED P1
		2				3.51		7.02	PARED P2 LADOS
		2				3.51		7.02	PARED P3 2 LADOS
						6.18		6.18	PARED P4
						10.6		10.6	PARED P5
						14.52		14.52	PARED P6
		2				12.38		24.76	PARED P7 2 LADOS
		2				3.81		7.62	PARED P8 2 LADOS
		2				17.1		34.2	PARED P9 2 LADOS
								123.31	
MASILLADO Y ALISADO DE PISO	M2					31.51			
								31.51	
ENLUCIDO FILO VENTA Y PUERTA	M	3	1					3	
		1	0.5					0.5	
		1	0.4					0.4	
		1	2.3					2.3	
								6.2	
ALFEIZAR	M	2	1					2	2 VENTANA PARED 6
		1	1					1	1 VENTANA PARED 9
		1	0.5					0.5	1 VENTANA DE BAÑO PARED 9
		1	1					1	VENTANA PARED 5
								4.5	
CONTRAPISO H.S	M2					29.7918			AREA TOTAL DE PISO
								29.7918	
CERAMICA DE PISO	M2					1.56		1.56	PISO DE BAÑO
						0.66		0.66	PISO DE BAÑERA-BAÑO
			6.23		1			6.23	CERAMICA DE ANTEPACHO
							2.22	8.45	
CERRADURA LLAVE	U	1						1	PUERTA PRINCIPAL
								1	
CERRADURA LLAVE SEGURO	U	2						2	PUERTA DORMITORIO
								2	
CERRADURA BAÑO	U	1						1	PUERTA BAÑO
								1	
PUERTA DE HIERRO	U	1						1	PUERTA PRINCIPAL
								1	
VENTANA DE HIERRO CON PROTECCION 1X1	M2	4	1	1		4		4	2VEN FRON; 1 POST; 1VENT LATERAL
								4	
VEN. BAÑO DE HIERRO CON PROTECCION 0.5X0.4	M2	1	0.5	0.4		0.2		0.2	VENTANA PEQUEÑA BAÑO
								0.2	
PUERTA PANELADA	M2	2		0.8	2.1	3.36			PUERTA DORMITORIOS
		1		0.7	2.1	1.47			PUERTA BAÑO
								4.83	
VIDRIO CLARO	M2	4	1	1		1		4	VENTANA FRONTAL, POSTERIOR, LATERAL
								4	
VIDRIO CATEDRAL	M2	1	0.4	0.5		0.2		0.2	VENTANA BAÑO
								0.2	
CUBIERTA FIBROCEMENTO	M2	18	1.83	1.05		1.9215		34.587	FIBROCEMENTO 1.003-GO GRANDE
		18	1.08	1.05		1.134		20.412	FIBROCEMENTO 1.001-GO PEQUEÑO
								54.999	
AGUA FRIA PVC U/R 1/2"	PTO	3						3	
								3	
DUCHA SENCILLA	U	3						3	
								3	
INODOROS FV	U								
LAVAMANOS	U								
FREGADERO ACERO INOXIDABLE	U								
								1	

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

### CUADRO 5.3 CONTINUACIÓN

Descripción	Unidad	Número de E.	Largo	Ancho	altura	Área	Volumen	Total	Observaciones
CANALIZACIÓN PVC 110MM	PTO	1						1.00	
CANALIZACIÓN PVC 50MM	PTO	1						1.00	
CANALIZACIÓN PVC 75MM	PTO	1						1.00	
CAJA DE REVISIÓN 60X60X50	U	1						1.00	
REJILLAS INTERIORES	U	2						2.00	
BREAKER	U	1						1.00	
ACOMETIDA ENERGÍA ELECTRICA	PTO	1						1.00	
ILUMINACIÓN	PTO	1						3.00	
TOMA CORRIENTE DOBLE	U	5						5.00	
ACOMETIDA DUCHA	PTO	1						1.00	
PINTURA CUACHO INTERIOR	M2					11.39		11.39	PARED 1
		2				3.51		7.02	PARED 2 AMBOS LADOS
		2				3.51		7.02	PARED 3 AMBOS LADOS
		2				6.18		12.36	PARED 4 AMBOS LADOS
						10.60		10.60	PARED 5
						14.52		14.52	PARED 6
		2				12.38		24.76	PARED 7 AMBOS LADOS
		2				3.81		7.62	PARED 8 AMBOS LADOS
						17.10		17.10	PARED 9
								112.39	

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

## 5.4 COSTOS GENERAL DE LA SEGUNDA ALTERNATIVA SISTEMA DE MURO PORTANTE DE FERROCEMENTO

### CUADRO 5.4. TABLA DE COSTO GENERAL DEL SISTEMA DE FERROCEMENTO

OBRA EJECUTADA										
COD.	RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	P.UNIT.	EQUIPO	MATERL	EQUIPO		CANTID.	P.TOTAL
		<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.UNIT.</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>M. OBRA</b>	<b>MATERL</b>			<b>P.TOTAL</b>
0	4	REPLANTEO	M2	0.93	0.18	0.57	0.05	0.00	36.00	33.48
0	6	EXCAVACION DE CEMENTO	M3	4.92	0.03	4.26	0.00	0.00	2.71	13.33
0	11	DESALOJO DE MATERIAL (volquete)	M3	2.93	1.27	1.28	0.00	0.00		0.00
		<b>SUBT.</b>								<b>46.81</b>
		<b>CIMENTACION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.UNIT.</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>M. OBRA</b>	<b>MATERL</b>			<b>P.TOTAL</b>
0	30	LOSA DE CIMENTACION e=0.10m	M3	127.39	7.50	23.32	79.95	0.00	5.40	687.91
		<b>SUBT.</b>								<b>687.91</b>
		<b>ESTRUCTURA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.UNIT.</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>M. OBRA</b>	<b>MATERL</b>	<b>TRANSP.</b>	<b>CANTID.</b>	<b>P.TOTAL</b>
0	39	MALLA ELECTROSOLDADA 5mm a 10cm	M2	4.19	0.00	0.33	3.31	0.00	83.00	347.77
0	206	MALLA EXAGONAL D=0.5 MM L=4CM	M2	3.18	0.00	0.33	2.44	0.00	332.00	1,055.76
0	207	ANGULO 30X3 MM	M	2.74	0.33	1.17	0.88	0.00	160.55	439.91
0	208	TUBO HSS 30X50X5	M	5.91	0.27	0.86	4.02	0.00	12.10	71.51
0	210	Mortero Cemento arena 1:1.5	m2	4.49	0.07	2.51	1.32	0.00	83.31	374.06
		<b>SUBT.</b>								<b>2,289.01</b>
		<b>MAMPOSTERIA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.UNIT.</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>M. OBRA</b>	<b>MATERL</b>	<b>TRANSP.</b>	<b>CANTID.</b>	<b>P.TOTAL</b>
0	41	MESA DE COCINA HORMIGON ARMADO	M	26.60	0.06	9.20	13.88	0.00	1.40	37.24
0	29	BORDILLO TINA DE BAÑO	M	26.73	0.05	8.77	14.42	0.00	1.25	33.41
		<b>SUBT.</b>								<b>70.65</b>
		<b>ENLUCIDOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.UNIT.</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>M. OBRA</b>	<b>MATERL</b>	<b>TRANSP.</b>	<b>CANTID.</b>	<b>P.TOTAL</b>
0	59	MASILLADO LOSA - IMPERMEAB.	M2	4.64	0.02	2.98	1.03	0.00	34.68	160.92
0	61	CERAMICA PARED 20 X20	M2	13.04	0.02	3.17	8.15	0.00	6.01	78.40
0	80	CERAMICA PARA PISOS	M2	16.71	0.02	3.17	11.34	0.00	2.22	37.10
		<b>SUBT.</b>								<b>276.42</b>
		<b>PISOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.UNIT.</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>M. OBRA</b>	<b>MATERL</b>	<b>TRANSP.</b>	<b>CANTID.</b>	<b>P.TOTAL</b>
0	75	ACERA DE H.S. 180 kg/cm2	M2	11.49	0.19	4.49	5.31	0.00	5.32	61.13
		<b>SUBT.</b>								<b>61.13</b>
		<b>CARPINTERIA METAL/MADERA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.UNIT.</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>M. OBRA</b>	<b>MATERL</b>	<b>TRANSP.</b>	<b>CANTID.</b>	<b>P.TOTAL</b>
0	84	VIDRIO CLARO DE 3mm	M2	8.59	0.01	0.99	6.48	0.00	4.00	34.36
0	86	VIDRIO CATEDRAL	M2	16.61	0.01	1.97	12.46	0.00	0.20	3.32
0	90	CERRADURA LLAVE-LLAVE	U	31.07	0.02	3.69	23.30	0.00	1.00	31.07
0	91	CERRADURA LLAVE-SEGURO	U	16.88	0.02	3.69	10.96	0.00	2.00	33.76
0	92	CERRADURA DE BAÑO	U	15.39	0.02	3.69	9.67	0.00	1.00	15.39
0	197	PUERTA DE HIERRO Y TOL. CON VIDRIO 90X210	U	86.31	0.05	0.00	75.00	0.00	1.00	86.31
0	214	PUERTA PANELADA DE 0.80X2.10M	U	52.22	0.01	0.77	44.64	0.00	3.00	156.66
0	104	VENTANA DE ALUMINIO FIBRA	M2	50.49	0.07	11.84	32.00	0.00	0.20	10.10
0	102	VENTANA DE HIERRO CON REJILLA	M2	45.28	0.00	2.05	37.33	0.00	4.00	181.12
		<b>SUBT.</b>								<b>552.09</b>
		<b>RECUBRIMIENTOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.UNIT.</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>M. OBRA</b>	<b>MATERL</b>	<b>TRANSP.</b>	<b>CANTID.</b>	<b>P.TOTAL</b>
0	109	PINTURA DE CAUCHO INT. 2 manos	M2	2.95	0.02	1.35	1.19	0.00	112.70	332.47
		<b>SUBT.</b>								<b>332.47</b>
		<b>CUBIERTA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.UNIT.</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>M. OBRA</b>	<b>MATERL</b>	<b>TRANSP.</b>	<b>CANTID.</b>	<b>P.TOTAL</b>
0	203	CUBIERTA FIBROCEMENTO TRAS DE EUCALPTO	M2	10.23	0.02	2.76	6.12	0.00	34.58	353.75
		<b>SUBT.</b>								<b>353.75</b>
		<b>AGUA POTABLE</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.UNIT.</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>M. OBRA</b>	<b>MATERL</b>	<b>TRANSP.</b>	<b>CANTID.</b>	<b>P.TOTAL</b>
0	117	SAIDA AGUA FRIA HG	PTO	11.49	0.04	6.15	3.80	0.00	3.00	34.47
0	121	TUBERIA AGUA FRIA PVC 1/2 plg	PTO	3.93	0.00	2.13	1.28	0.00	1.00	3.93
0	129	VALVULA CHECK 1/2	U	18.53	0.01	1.64	14.46	0.00	1.00	18.53
0	130	LLAVE DE PASO 3/4 plg	U	10.24	0.01	1.23	7.66	0.00	1.00	10.24
0	131	LLAVE DE CONTROL DE 1/2	U	6.35	0.01	1.23	4.28	0.00	1.00	6.35
		<b>SUBT.</b>								<b>73.52</b>
		<b>APARATOS SANITARIOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.UNIT.</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>M. OBRA</b>	<b>MATERL</b>	<b>TRANSP.</b>	<b>CANTID.</b>	<b>P.TOTAL</b>
0	133	LAVAMANOS COMPLETO	U	41.87	0.04	6.39	29.98	0.00	1.00	41.87
0	134	INODORO TANQUE BAJO	U	79.46	12.31	12.31	56.72	0.00	1.00	79.46
0	136	ACCESORIOS DE BAÑO	JGO	121.59	3.95	3.95	101.76	0.00	1.00	121.59
0	205	FREGADERO UN POZO ACERO INOXIDABLE CON GR	U	54.41	4.43	4.43	42.72	0.00	1.00	54.41
0	138	INSTACION INODORO	U	25.54	4.26	4.26	17.92	0.00	1.00	25.54
		<b>SUBT.</b>								<b>322.87</b>
		<b>AGUAS SERVIDAS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.UNIT.</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>M. OBRA</b>	<b>MATERL</b>	<b>TRANSP.</b>	<b>CANTID.</b>	<b>P.TOTAL</b>
0	140	CANALIZACION PVC 50 mm	PTO	15.62	0.04	6.47	7.07	0.00	2.00	31.24
0	149	CANALIZACION PVC 100 mm	M	6.20	0.00	0.82	4.57	0.00	13.30	82.46
0	142	BAIANTES AGUAS LUVIAS 100 mm	M	10.67	0.00	0.82	8.45	0.00	2.30	24.54
0	139	CANALIZACION PVC 75 mm	PTO	23.44	0.04	6.47	13.87	0.00	1.00	23.44
0	53	CAJA DE REVISION	U	35.80	0.15	16.36	14.62	0.00	1.00	35.80
0	153	REJILLA INTERIOR DE PISO 50 mm	U	4.12	0.01	1.22	2.36	0.00	2.00	8.24
0	155	REJILLA EXTERIOR DE PISO 100 mm	U	7.70	0.01	2.03	4.65	0.00	1.00	7.70
		<b>SUBT.</b>								<b>213.42</b>
		<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.UNIT.</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>M. OBRA</b>	<b>MATERL</b>	<b>TRANSP.</b>	<b>CANTID.</b>	<b>P.TOTAL</b>
0	158	TABLERO CONTROL 4-8 PUNTOS	U	38.99	0.04	6.92	26.94	0.00	1.00	38.99
0	159	ACOMETIDA PRINCIPAL	M	15.51	0.06	10.26	3.17	0.00	1.00	15.51
0	209	BREAKERS-CORTA CIRCUITOS IP 6-40AMP	U	7.42	0.06	1.17	5.22	0.00	1.00	7.42
0	52	POZO DE REVISION INS. ELECTRICAS	U	78.38	0.26	34.65	33.25	0.00	3.00	235.14
0	164	ILUMINACION	PTO	15.71	0.03	4.26	9.38	0.00	3.00	47.13
0	168	TOMACORRIENTES	U	14.42	0.03	5.17	7.34	0.00	5.00	72.10
		<b>SUBT.</b>								<b>416.29</b>
		<b>GENERALES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.UNIT.</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>M. OBRA</b>	<b>MATERL</b>	<b>TRANSP.</b>	<b>CANTID.</b>	<b>P.TOTAL</b>
		<b>SUBT.</b>								
		<b>OBRAS EXTERIORES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.UNIT.</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>M. OBRA</b>	<b>MATERL</b>	<b>TRANSP.</b>	<b>CANTID.</b>	<b>P.TOTAL</b>
0	174	LMP IEZA FINAL DE OBRA	m2	1.12	0.01	0.97	0.00	0.00	36.00	40.32
		<b>SUBT.</b>								<b>40.32</b>
		<b>SUBTOTAL</b>								<b>5,736.66</b>
										<b>5,736.66</b>

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

## 5.5 VOLUMEN DE OBRA PARA LA ALTERNATIVA DEL SISTEMA HORMIGÓN ARMADO

### CUADRO 5.5. TABLA DE VOLÚMENES DE OBRA PARA LA ALTERNATIVA DEL SISTEMA DE HORMIGÓN ARMADO

Descripción	Unidad	Númer de E	Largo	Ancho	altura	Área	Volumen	Peso	Total	Observaciones
REPLANTEO Y NIVELACION	M2		8.00	4.50		36.00			36.00	
EXCAVACION DE CIMENTO	M3	9.00 2.00 2.00 2.00 2.00 2.00	0.60 2.10 2.10 2.10 3.80 3.80	0.60 0.30 0.30 0.30 0.30 0.30	0.40 0.60 0.60 0.60 0.60 0.60		1.30 0.76 0.76 0.76 1.37 1.37		7.67	PLINTOS DE TODOS LOS EJES CADENAS EJE A CADENAS EJE B CADENAS EJE C CADENAS EJE 1 CADENAS EJE 2 CADENAS EJE 3
DESALOJO E TIERRA	M3	2.00 2.00 2.00 2.00 2.00 2.00	2.10 2.10 2.10 3.80 3.80 3.80	0.30 0.30 0.30 0.30 0.30 0.30	0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40		0.50 0.50 0.50 0.91 0.91 0.91		4.25 5.10	CADENAS EJE A CADENAS EJE B CADENAS EJE C CADENAS EJE 1 CADENAS EJE 2 CADENAS EJE 3  TOTAL CON ESPONJAMIENTO DEL 20%
REPLANTILLO H.S 180 KG/CM2	M3	9.00	0.60	0.60	0.05		0.16		0.16	PLINTOS DE TODOS LOS EJES
PLINTO DE HORMIGON F'C 210 KG/CM2	M3	3.00 3.00 3.00	0.60 0.60 0.60	0.60 0.60 0.60	0.40 0.40 0.40		0.43 0.43 0.43		1.30	CADENAS EJE A CADENAS EJE B CADENAS EJE C
CIMIENTO DE PIEDRA	M3	2.00 2.00 2.00 2.00 2.00 2.00	2.10 2.10 2.10 3.80 3.80 3.80	0.30 0.30 0.30 0.30 0.30 0.30	0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40		0.25 0.25 0.25 0.46 0.46 0.46		2.12	CADENAS EJE A CADENAS EJE B CADENAS EJE C CADENAS EJE 1 CADENAS EJE 2 CADENAS EJE 3
HORMIGON EN CADENA INFERIOR F'C 210	M3	2.00 2.00 2.00 2.00 2.00 2.00	2.10 2.10 2.10 3.80 3.80 3.80	0.30 0.30 0.30 0.30 0.30 0.30	0.20 0.20 0.20 0.20 0.20 0.20		0.13 0.13 0.13 0.23 0.23 0.23		1.06	CADENAS EJE A CADENAS EJE B CADENAS EJE C CADENAS EJE 1 CADENAS EJE 2 CADENAS EJE 3
HORMIGON EN COLUMNAS	M3	6.00 3.00	2.30 2.90	0.20 0.20	0.20 0.20		0.55 0.35		0.90	COLUMNAS PERIFERICAS COLUMNAS CENTRALES
HORMIGON EN VIGAS	M3	6.00 4.00	2.55 4.15	0.20 0.20	0.25 0.25		0.77 0.83		1.60	VIGAS INCLINADAS VIGAS RECTAS
HORMIGON DINTELES	M3	2.00 1.00	0.90 0.90	0.15 0.15	0.05 0.05		0.01 0.01		0.02	DINTELES DORMITORIOS DINTELES BAÑOS
ESCALERILLAS DEFI=7MM EST. FI 4MM A 0.15	M3									VIGAS INCLINADAS VIGAS RECTAS CUMBRERO
ACERO DE REFUERZO	KG	6.00 6.00 3.00 3.00 4.00 4.00 6.00 6.00 4.00 4.00 6.00 6.00 9.00 9.00	8.40 21.00 9.20 23.00 16.80 31.50 9.60 11.50 16.80 14.00 9.60 8.00 3.20 7.20				2.00 0.39 2.00 0.39 0.39 0.39 0.39 0.39 0.39 0.39 0.39 0.39 0.39 0.39 0.56	100.70 48.89 55.14 26.77 26.07 48.89 22.35 26.77 26.07 21.73 22.35 18.62 11.17 36.29 491.82		4Φ18mm p=0.388KG/M COLUMNAS PERIFERICAS 4Φ8mm p=0.388KG/M COLUMNAS PERIFERICAS ESTRIBOS 4Φ18mm p=0.388KG/M COLUMNAS CENTRALES 4Φ8mm p=0.388KG/M COLUMNAS PERIFERICAS ESTRIBOS 4Φ8mm p=0.388KG/M VIGAS PERIFERICAS 4Φ8mm p=0.388KG/M VIGAS PERIFERICAS ESTRIBOS 4Φ8mm p=0.388KG/M VIGAS CENTRALES 4Φ8mm p=0.388KG/M VIGAS CENTRALES ESTRIBOS 4Φ8mm p=0.388KG/M CADENAS SENTIDO X 4Φ8mm p=0.388KG/M CADENAS ESTRIBOS SENTIDO X 4Φ8mm p=0.388KG/M CADENAS SENTIDO Y 4Φ8mm p=0.388KG/M CADENAS ESTRIBOS SENTIDO Y CIMENTACION PLINTOS
MAMPOSTERIA DE BLOQUE 10	M2					11.39 3.51 3.51 6.18 10.60 14.52 12.38 3.81 17.10			83.00	PARED P1 PARED P2 PARED P3 PARED P4 PARED P5 PARED P6 PARED P7 PARED P8 PARED P9
FUNDIDO MESON DE COCINA	M		1.40 0.65						1.40 0.65 2.05	
BORDILLO TINA DE BAÑO	M		1.25						1.25 1.25	
ENLUCIDO VERTICAL INTERIOR	M2					11.39 3.51 3.51 6.18 10.60 14.52 12.38 3.81 17.10			42.69	PARED P1 PARED P2 2 LADOS PARED P3 2 LADOS PARED P4 PARED P5 PARED P6 PARED P7 2 LADOS PARED P8 2 LADOS PARED P9 2 LADOS

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

## CUADRO 5.5 CONTINUACIÓN

Descripción	Unidad	Número de E.	Largo	Ancho	altura	Área	Volumen	Peso	Total	Observaciones
ENLUCIDO VERTICAL EXTERIOR	M2					11.39 10.6 14.52 17.1			53.61	PARED P1 PARED P5 PARED P6 PARED P9
MASILLADO Y ALSADO DE PISO	M2					31.51			31.51	
ENLUCIDO FILO VENTA Y PUERTA	M	3 1 1 1	1 0.5 0.4 2.3						3 0.5 0.4 2.3 6.2	
ALFEIZAR	M	2 1 1 1	1 1 0.5 1						2 1 0.5 1 4.5	2 VENTANA PARED 6 1 VENTANA PARED 9 1 VENTANA DE BAÑO PARED 9 VENTANA PARED 5
CONTRAPISO H.S	M2					29,7918			29,7918	AREA TOTAL DE PISO
CERAMICA DE PISO	M2		6.23		1	1.56 0.66	2.22		1.56 0.66 6.23 8.45	PISO DE BAÑO PISO DE BAÑERA-BAÑO CERAMICA DE ANTEPACHO
CERRADURA LLAVE	U	1							1	PUERTA PRINCIPAL
CERRADURA LLAVE SEGURO	U	2							2 2	PUERTA DORMITORIO
CERRADURA BAÑO	U	1							1 1	PUERTA BAÑO
PUERTA DE HIERRO	U	1							1 1	PUERTA PRINCIPAL
PUERTA PANELADA 0.8x2.10	M2	2		0.8	2.1	3.36			3.36	PUERTA DORMITORIOS
PUERTA PANELADA 0.7x2.1	M2	2		0.7	2.1	2.94			2.94	PUERTA DORMITORIOS
VENTANA DE HIERRO CON PROTECCION 1.5	M2	4	1	1		4			4	2 VENTANAS FRON; 1 POST; 1 VENT LATERAL
VENTANA DE HIERRO CON PROTECCION 0.5	M2	1	0.5	0.4		0.2			0.2	VENTANA PEQUEÑA BAÑO
VIDRIO CLARO	M2	4	1	1		1			4 4	VENTANA FRONTAL, POSTERIOR, LATERAL
VIDRIO CATEDRAL	M2	1	0.4	0.5		0.2			0.2 0.2	VENTANA BAÑO
CUBIERTA FIBROCEMENTO	M2	18 18	1.83 1.08	1.05 1.05		1,9215 1,134			34,587 20,412 54,999	FIBROCEMENTO 1.003-GO GRANDE FIBROCEMENTO 1.001-GO PEQUEÑO
AGUA FRIA PVC U/R 1/2"	PTO	3							3	
TUBERIA PVC U/R 1/2"	ML									
LLAVE DE PASO DE 1/2"	U	1							1	
DUCHA SENCILLA	U	1							1	
INODOROS FV TANQUE BAJO	U	1							1	
LAVAMANOS	U	1							1	
FREGADERO ACERO INOXIDABLE	U								1	
TUBERIA 110MM	ML	1							1	
CANALIZACIÓN PVC 110MM	PTO	1							1	
CANALIZACIÓN PVC 50MM	PTO	1							1	
CANALIZACIÓN PVC 75MM	PTO	1							1	
CAJA DE REVISION	U					1			1	EXTERIOR
CAJA DE REVISIÓN 60X60X50	U	1							1	
REJILLAS INTERIORES	U	2							2	
BREAKER	U	1							1	
ACOMETIDA ENERGIA ELECTRICA	PTO	1							1	
ILUMINACIÓN	PTO	1							3	
TOMA CORRIENTE DOBLE	U	5							5	
ACOMETIDA DUCHA	PTO	1							1	
POZO DE REVISION INS ELECTRICAS	U					1			1	EXTERIOR
PINTURA CUACHO INTERIOR	M2	2 2 2 2 2				11.39 3.51 3.51 6.18 10.6 14.52 12.38 3.81 17.1			11.39 7.02 7.02 12.36 10.6 14.52 24.76 7.62 17.1 112.39	PARED 1 PARED 2 AMBOS LADOS PARED 3 AMBOS LADOS PARED 4 AMBOS LADOS PARED 5 PARED 6 PARED 7 AMBOS LADOS PARED 8 AMBOS LADOS PARED 9

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

## 5.6 COSTOS GENERAL DE LA TERCERA ALTERNATIVA SISTEMA APORTICADO DE HORMIGÓN ARMADO

### CUADRO 5.6. TABLA DE COSTO GENERAL DEL SISTEMA DE HORMIGÓN ARMADO

OBRA EJECUTADA									
COD.	RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	P.UNIT.	EQUIPO	MATERL	EQUIPO	TRANS.P.	P.TOTAL
		<b>OBRAS PRELIMINARES</b>							
		SUBT.							0.00
		<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>							
0	4	REPLANTEO	M2	0.93	0.18	0.57	0.05	0.00	36.00
0	6	EXCAVACION DE CEMENTO	M3	4.92	0.03	4.26	0.00	0.00	13.33
		SUBT.							46.81
		<b>CIMENTACION</b>							
0	18	REPLANTEO H.S. 80 Kg/cm2	M3	106.04	2.89	20.90	68.42	0.00	0.16
0	19	PINTOS H. C/LOPEO 80 kg/cm2	M3	89.08	3.74	26.81	46.92	0.00	1.30
0	201	CEMENTO DE PIEDRA	m3	34.94	0.64	14.12	15.62	0.00	2.12
0	202	HORMIGON EN CADENA INFERIORES F/C 180	M3	113.76	22.00	29.28	47.64	0.00	1.02
0	22	HORMIGON EN COLUMNAS 0.20 x 0.20	M3	125.89	5.07	50.61	53.78	0.00	0.90
0	220	HORMIGON EN VIGAS 20x25cm	M3	154.58	5.06	50.61	78.75	0.00	1.60
0	33	DNTEL 0.10 X 0.20 X 1.0 m	U	6.35	0.07	2.12	3.33	0.00	0.90
		SUBT.							689.20
		<b>ESTRUCTURA</b>							
0	36	ACERO DE REFUERZO 8-E mm	KG	1.69	0.00	0.18	1.28	0.00	491.00
		SUBT.							829.79
		<b>MAMPOSTERIA</b>							
0	49	MAMPOSTERIA DE BLOQUE e=10 cm	M2	8.97	0.06	2.85	4.89	0.00	83.00
0	41	MESA DE COCINA HORMIGON ARMADO	M	26.49	0.05	9.10	13.88	0.00	2.05
0	29	BORDILLO TINA DE BAÑO	M	26.67	0.05	8.71	14.42	0.00	0.25
		SUBT.							805.48
		<b>ENLUCIDOS</b>							
0	56	ENLUCIDO VERTICAL INTERIOR	M2	6.32	0.06	3.76	1.68	0.00	42.69
0	57	ENLUCIDO LISO EXTERIOR	M2	6.57	0.08	3.95	1.68	0.00	53.61
0	59	MASILLADO LOSA - IMPERMEAB.	M2	4.64	0.02	2.98	1.03	0.00	34.68
0	61	CERAMICA PARED 20 X 20	M2	13.00	0.02	3.14	8.15	0.00	6.01
0	55	ENLUCIDO DE FAJAS	M	3.19	0.03	2.44	0.31	0.00	2.22
		SUBT.							868.18
		<b>PISOS</b>							
0	66	CONTRAPISO H.S. 80 kg/cm2	M2	15.62	0.20	5.36	8.02	0.00	34.68
0	75	ACERA DE H.S. 80 kg/cm2	M2	11.44	0.19	4.45	5.31	0.00	5.32
		SUBT.							602.56
		<b>CARPINTERIA METAL/MADERA</b>							
0	90	CERRADURA LLAVE-LLAVE	U	31.07	0.02	3.69	23.30	0.00	1.00
0	91	CERRADURA LLAVE-SEGURO	U	16.88	0.02	3.69	10.96	0.00	2.00
0	92	CERRADURA DE BAÑO	U	15.39	0.02	3.69	9.67	0.00	1.00
0	197	PUERTA DE HIERRO Y TOL CON VIDRIO 90X210	U	86.31	0.05	0.00	75.00	0.00	1.00
0	214	PUERTA PANELADA DE 0.80X2.10M	U	52.22	0.01	0.77	44.64	0.00	3.00
0	104	VENTANA DE ALUMINIO FUA	M2	50.49	0.07	11.84	32.00	0.00	0.20
0	102	VENTANA DE HIERRO CON REJILLA	M2	45.30	0.01	2.05	37.33	0.00	4.00
0	84	VIDRIO CLARO DE 3mm	M2	8.59	0.01	0.99	6.48	0.00	4.00
0	86	VIDRIO CATEDRAL	M2	16.61	0.01	1.97	12.46	0.00	0.20
		SUBT.							552.17
		<b>RECUBRIMIENTOS</b>							
0	109	PINTURA DE CAUCHO INT. 2 manos	M2	2.95	0.02	1.35	1.19	0.00	112.70
		SUBT.							332.47
		<b>CUBIERTA</b>							
0	203	CUBIERTA FIBROCEMENTO 83X05 TRAS DE EUCAL	M2	10.23	0.02	2.76	6.12	0.00	34.58
		SUBT.							353.75
		<b>AGUA POTABLE</b>							
0	117	SALIDA AGUA FRIA HG	PTO	11.49	0.04	6.15	3.80	0.00	3.00
0	121	TUBERIA AGUA FRIA P VC 12 plg	PTO	7.04	0.02	4.10	1.99	0.00	1.00
0	129	VALVULA CHECK 12	U	18.53	0.01	1.64	14.46	0.00	1.00
0	130	LLAVE DE PASO 3/4 plg	U	10.24	0.01	1.23	7.66	0.00	1.00
0	131	LLAVE DE CONTROL DE 12	U	6.35	0.01	1.23	4.28	0.00	1.00
		SUBT.							76.63
		<b>APARATOS SANITARIOS</b>							
0	133	LAVAMANOS COMPLETO	U	41.87	0.04	6.39	29.98	0.00	1.00
0	134	INODORO TANQUE BAJO	U	79.46	12.31	12.31	56.72	0.00	1.00
0	136	ACCESORIOS DE BAÑO	JGO	121.59	3.95	3.95	101.76	0.00	1.00
0	205	FREGADERO UN POZO ACERO INOXIDABLE CON GR	U	54.38	4.40	4.40	42.72	0.00	1.00
0	138	DUCHA	U	30.10	8.21	8.21	17.92	0.00	1.00
		SUBT.							327.40
		<b>AGUAS SERVIDAS</b>							
0	140	CANALIZACION PVC 50 mm	PTO	15.59	0.04	6.44	7.07	0.00	2.00
0	141	BAJANTES AGUAS SERVIDAS P VC 100 mm	M	7.94	0.00	0.43	6.48	0.00	2.30
0	142	BAJANTES AGUAS LLUVIAS 100 mm	M	10.67	0.00	0.82	8.45	0.00	2.30
0	139	CANALIZACION PVC 75 mm	PTO	23.41	0.04	6.44	13.87	0.00	1.00
0	53	CAJA DE REVISION	U	35.57	0.15	16.16	14.62	0.00	1.00
0	153	REJILLA INTERIOR DE PISO 50 mm	U	4.12	0.01	1.22	2.36	0.00	2.00
0	155	REJILLA EXTERIOR DE PISO 100 mm	U	7.70	0.01	2.03	4.65	0.00	1.00
		SUBT.							148.90
		<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>							
0	158	TABLERO CONTROL 4-8 PUNTOS	U	38.93	0.04	6.87	26.94	0.00	1.00
0	159	ACOMETIDA PRINCIPAL	M	15.51	0.06	10.26	3.17	0.00	1.00
0	209	BREAKERS-CORTA CIRCUITOS IP 15-40AMP	U	7.41	0.06	1.16	5.22	0.00	1.00
0	52	POZO DE REVISION INS. ELECTRICAS	U	78.16	0.26	34.46	33.25	0.00	1.00
0	164	ILUMINACION	PTO	15.71	0.03	4.26	9.38	0.00	4.00
0	168	TOMACORRIENTES	U	14.19	0.03	4.97	7.34	0.00	5.00
		SUBT.							234.87
		<b>GENERALES</b>							
		SUBT.							
		<b>OBRAS EXTERIORES</b>							
0	174	LMPIEZA FINAL DE OBRA	m2	1.12	0.01	0.97	0.00	0.00	36.00
		SUBT.							0.00
		SUBTOTAL							5,908.53
									5,908.53

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

### CUADRO 5.7. TABLA DE COMPARACIÓN DE COSTOS CON LAS ALTERNATIVAS

COMPARACIÓN DE COSTOS CON LAS ALTERNATIVAS				
	Vivienda Sistema Enchapado Sismoresistente	Vivienda Sistema Ferrocemento Sismoresistente	Vivienda Sistema aporticado Sismoresistente	Vivienda MIDUVI (No sismoresistente)
<b>COSTO TOTAL</b>	5542.7	5736.66	5908.53	5100
Variación de costo en porcentaje entre la viviendas del proyecto Pinguilla-Guayllabamba y las alternativas	8.68%	12.48%	15.85%	

Elaborado por: Cristian Orozco, John Cheng

Como se observa en el cuadro 5.7 tabla de comparación de costos en base a la vivienda del proyecto Pinguilla-Guayllabamba, el análisis reconoce que la variación de costo no es mayor del 16% más del costo base, teniendo en cuenta que las alternativas nuevas son sismo resistentes.

## CAPÍTULO 6

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 CONCLUSIONES

##### Evaluación

- Las instalaciones de agua potable, sanitaria y eléctrica del proyecto PINGUILLA-GUAYLLABAMBA tienen una buena guía técnica, la cual hace muchos ahorros de tiempo.
- Los planos donde se describen los detalles estructurales y constructivos realizados por el MIDUVI, no esclarecen de manera adecuada la forma correcta de la construcción de un sistema de mampostería confinada, así que también se analizó para un sistema aporticado.
- Después de analizado la estructura propuesta por el MIDUVI, se puede observar que esta no cumple con ciertos parámetros establecidos por la norma ecuatoriana de la construcción o son insuficientes, tal y como se muestra en el siguiente cuadro de resumen:

RESUMEN DE COMPROBACIÓN PARA LOS 2 SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN					
SISTEMA DE PAREDES CONFINADAS			SISTEMA APORTICADO		
ELEMENTO		NEC 2011	ELEMENTO		NEC 2011
COLUMNAS DE CONFINAMIENTO	SECCIÓN MINIMA	X	COLUMNAS	SECCIÓN MINIMA	✓
	FLEXO COMPRESIÓN	✓		FLEXO COMPRESIÓN	✓
	CORTE	X		CORTE	X
	Ref. Longitudinal	X		Ref. Longitudinal	X
	Ref. Transversal	X		Ref. Transversal	X
VIGAS DE CONFINAMIENTO	FLEXIÓN	X	VIGAS	FLEXIÓN	X
		X			X
	CORTE	X		CORTE	X
	Ref. Longitudinal	X		Ref. Longitudinal	X
	Ref. Transversal	X		Ref. Transversal	X
DISTRIBUCIÓN DE MUROS A LO LARGO DE LA CONSTRUCCIÓN		✓			
LONGITUD MINIMA DE MAMPOSTERIA CONFINADA		✓			

- Los costos indirectos usados por MIDUVI son del 15%, que son aceptables en este tipo de proyectos, en las alternativas desarrolladas también se utilizó el 15% de indirectos para relacionar y comparar las nuevas alternativas con la vivienda desarrollada por el MIDUVI, al igual los análisis unitarios se usaron los que están vigentes en la cámara de la construcción.
- Según los diagramas de interacción flexo-compresión, los momentos y cargas axiales cumplen con las condiciones necesarias de diseño.
- En el Ecuador existe un elevado número de viviendas pertenecientes al llamado sector informal. Un alto porcentaje de esta construcción tradicional de vivienda con mampostería, carece en la mayoría de casos de una normativa de construcción y de técnicos calificados para el proyecto y supervisión de la misma. Esto ha dado lugar a serias condiciones de riesgo debido al uso de materiales de calidad muy pobre, tipos de construcción muy vulnerable y calidad de ejecución defectuosa. Debe reconocerse por tanto, la importancia de una participación conjunta de técnicos y entidades públicas o gubernamentales para dar solución al problema que se refiere a los asentamientos humanos rurales o urbanos marginales, y asegurar el derecho al buen vivir.

### **Estructura y Modelación**

- Los porcentajes de participación de masa en los 3 modelos fueron satisfactorios, por ende la configuración estructural y modelación de las mismas son perfectamente usables para el diseño y análisis.
- Según los diagramas de interacción flexo-compresión, los momentos y cargas axiales cumplen con las condiciones necesarias de diseño.
- Los esfuerzos de corte calculados e investigados son menores que  $1.0 \text{ Kg/cm}^2$  o  $10 \text{ T/m}^2$ , esto es tolerable debido a que el agrietamiento en la mampostería estructural se produce con valores mayores a este rango.

- Los esfuerzos obtenidos del sistema de ferrocemento en relación al cortante son aceptables debido que la tensión admisible al corte es de 7 kg/cm<sup>2</sup> o 70 T/m<sup>2</sup>.
- Las derivas de piso son menores a las máximas permitidas por el CEC2001, 0.01 para mampostería y 0.02 con esto se previene excesivos daños no estructurales
- El chequeo de las estructuras también se lo realizó al comprobar la cuantía de vigas y columnas de confinamiento con el programa, en el cual se observó que la cuantía era la mínima, para las cargas de servicio que se utilizó.
- Con respecto a la cubierta de madera, se comprobó que es suficiente para distribuir bien las cargas al resto de la estructura.
- Para la cimentación en las estructuras de muros portantes se utiliza una losa de cimentación, la cual ayudara a la distribución eficaz de las cargas de la estructura hacia el suelo, con respecto a la cimentación de sistema aporticado se utilizó zapatas aisladas ideales para la transmisión de cargas hacia el suelo.
- Debido al bajo peso de la estructura de ferrocemento no se requiere de un cimiento muy elaborado, ni de grandes dimensiones o profundidades.

### **Costo**

- El costo de las alternativas nuevas en comparación con el costo del proyecto base del ministerio de desarrollo urbano y vivienda (MIDUVI), varia aproximadamente hasta un 16% más, con la diferencia que las nuevas alternativas son estructuras sismos resistentes.
- Al revisar la variación de precios entre alternativas, se concluye que la alternativa más económica con respecto a costo, es el método constructivo de mampostería enchapada, y la más costosa es el sistema aporticado.

- La construcción con ferrocemento y mampostería enchapada no requiere de mano de obra especializada, y gracias a su fácil armado y fundición de sus elementos; hace posible que se realice la construcción en tiempos muy reducidos lo que lleva a un mayor ahorro en cuanto a costos.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda que para el proyecto Pinguilla-Guayllabamba, asumiéndose como un sistema de mampostería confinada, se levante primero la mampostería dejando previamente la abertura para la fundición de los elementos de confinamiento, ya que la mampostería construida después de las columnas hace que su resistencia a corte sea muy inferior a la estimada por el diseño.
- Para que se continúe empleando la estructura propuesta por el MIDUVI se recomienda se corrija el refuerzo y las dimensiones de los elementos de confinamiento de manera que cumplan con lo establecido con la norma.
- Se recomienda se haga un reforzamiento alrededor de las aberturas en el sistema de mampostería confinada, mediante elementos de confinamiento como son las columnas y vigas de confinamiento.
- Se recomienda la revisión estructural desde un punto de vista sismo resistente, para los nuevos proyectos del Ministerio de desarrollo urbano y vivienda.
- El MIDUVI además de los programas de vivienda sociales, brinda ayuda económica mediante el bono para el mejoramiento de viviendas ya existentes; para éste caso se recomienda el método de mampostería

enchapada el cual es una muy buena alternativa de mejoramiento estructural y de bajo costo.

- Estudiar nuevas posibilidades de procesos constructivos, exponiendo como primicia la seguridad y luego el costo.
  
- Se presenta una concentración de esfuerzos en las esquinas de las ventanas y puertas, es por esta razón que se recomienda la colocación de refuerzos en dichos lugares, pueden ser refuerzos con varillas de acero o con mallas.
  
- El ferrocemento posee una gran ventaja la cual es la posibilidad de construir módulos livianos y fáciles de transportar, sabiendo que sus componentes se basan en unidades estandarizadas factibles de prefabricar y al mismo tiempo por no requerir de mano de obra especializada para el montaje y armado de la estructura, se obtienen significativos ahorros de tiempo, por ende ahorro en costos, generando ventajas en comparación con otros sistemas constructivos.
  
- Se recomienda mucho el uso de la mampostería enchapada por los siguientes aspectos:
  - Sensación estructural más fuerte.
  - Disposición de espacio de uso en la mampostería (Elementos de soporte como clavos).
  - Se usa bloque normal
  - Fácil unión entre elementos estructurales.
  - No requiere mano de obra especializada.
  - Bajo costo de construcción.
  
- Existen pocos estudios en que se han incluido una evaluación de la resistencia a corte de paredes de ferrocemento, en este aspecto existe una futura línea de investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fernández L, Paredes P. (2010). Tesis Epn Investigación teórico experimental de un sistema estructural alternativo. Quito, Ecuador
- Dr. Ing. Wainshtok. H. (2008). Diseño y Construcción de Ferrocemento. Cuarta Edición
- Guerrero A., González L. (2008). Conceptos generales sobre ferrocemento. Colombia, Palmira
- Naranjo L. Patricia V. Mecánica de suelos morteros y hormigones construcciones materiales de construcción (2007). Quito, Ecuador
- C.E.C. Ecuador, G. d. (2010). Código Ecuatoriano de la construcción. Ecuador.
- Huelva M. (2005). Comportamiento de estructuras de hormigón armado. Madrid.
- Ministerio de desarrollo Urbano y Vivienda. (2012) Documentación del proyecto Pinguilla-Guayllabamba. Ecuador.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2010). Estudio Estadístico Poblacional de la Zona Pinguilla y Guayllabamba. Ecuador-Pichincha
- DÍAZ S, Apuntes de clase “Aplicaciones computacionales en estructuras”, 2011, EPN, Quito, Ecuador.
- PLACENCIA P, Apuntes de clase “Hormigón armado 3”, 2011, EPN, Quito, Ecuador.

**ANEXO N° 1**

**PRESUPUESTOS GENERALES DEL PROYECTO**

**MIDUVI**

**ANEXO N° 2**

**VOLÚMENES DE OBRA DEL PROYECTO VIVIENDA**

**MIDUVI**

**ANEXO N° 3**

**PLANOS ARQUITECTÓNICOS, INSTALACIONES Y  
ESTRUCTURALES DEL PROYECTO VIVIENDA MIDUVI**

**ANEXO N° 4**

**ANÁLISIS UNITARIOS DE LAS 3 ALTERNATIVAS  
SISTEMA DE ENCHAPADO, SISTEMA DE  
FERROCEMENTO Y SISTEMA APORTICADO**

**ANEXO N° 5**

**PLANOS ARQUITECTÓNICOS SISTEMA ENCHAPADO**

**ANEXO N° 6**  
**PLANO DE CUBIERTA PARA EL SISTEMA**  
**ENCHAPADO**

**ANEXO N° 7**

**PLANOS DE CIMENTACIÓN PARA EL SISTEMA**

**ENCHAPADO**

**ANEXO N° 8**

**PLANOS DE INSTALACIONES PARA EL SISTEMA**

**ENCHAPADO**

**ANEXO N° 9**

**PLANOS DE ESTRUCTURA PARA EL SISTEMA**

**ENCHAPADO**

**ANEXO N° 10**  
**PLANOS ARQUITECTÓNICOS SISTEMA**  
**FERROCEMENTO**

**ANEXO N° 11**

**PLANO DE CUBIERTA PARA EL SISTEMA**

**FERROCEMENTO**

**ANEXO N° 12**

**PLANOS DE CIMENTACIÓN PARA EL SISTEMA**

**FERROCEMENTO**

**ANEXO N° 13**

**PLANOS DE INSTALACIONES PARA EL SISTEMA**

**FERROCEMENTO**

**ANEXO N° 14**

**PLANOS DE ESTRUCTURA PARA EL SISTEMA**

**FERROCEMENTO**

**ANEXO N° 15**

**PLANOS ARQUITECTÓNICOS SISTEMA APORTICADO**

**ANEXO N° 16**

**PLANO DE CUBIERTA PARA EL SISTEMA DE**

**APORTICADO**

**ANEXO N° 17**

**PLANOS DE CIMENTACIÓN PARA EL SISTEMA DE**

**APORTICADO**

**ANEXO N° 18**

**PLANOS DE INSTALACIONES PARA EL SISTEMA DE**

**APORTICADO**

**ANEXO N° 19**

**PLANOS DE ESTRUCTURA PARA EL SISTEMA DE**

**APORTICADO**